

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-150953  
(P2002-150953A)

(43)公開日 平成14年5月24日(2002.5.24)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 1 J 11/02		H 0 1 J 11/02	B 5 C 0 2 7
9/02		9/02	F 5 C 0 4 0

審査請求 未請求 請求項の数51 O L (全 19 頁)

(21)出願番号	特願2001-258796(P2001-258796)	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成13年8月28日(2001.8.28)	(72)発明者	宮下 加奈子 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2000-258654(P2000-258654)	(72)発明者	小寺 宏一 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
(32)優先日	平成12年8月29日(2000.8.29)	(74)代理人	100090446 弁理士 中島 司朗
(33)優先権主張国	日本 (J P)		
(31)優先権主張番号	特願2000-258660(P2000-258660)		
(32)優先日	平成12年8月29日(2000.8.29)		
(33)優先権主張国	日本 (J P)		

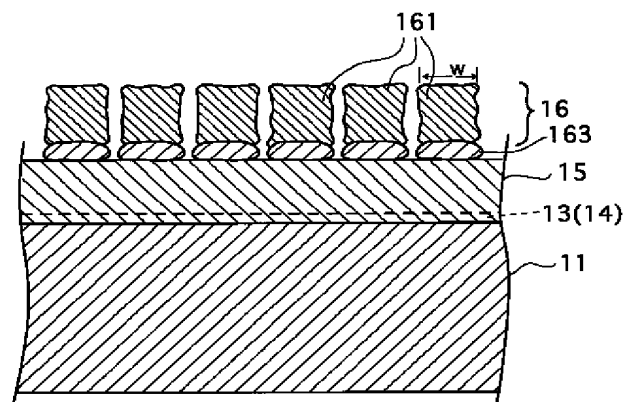
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマディスプレイパネルおよびその製造方法ならびにプラズマディスプレイパネル表示装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は、従来に比べて放電安定性に優れたプラズマディスプレイパネルを提供することを目的とする。

【解決手段】 そのため、誘電体層15上に保護層16を形成する際に、保護層16を構成する柱状結晶161の配向性を高めるための種結晶163を設ける。これによって、種結晶163上に形成される柱状結晶161は選択的に配向されるとともにその径が従来よりも大きく形成されるので、従来に比べて保護層16全体の露出面積が低減され、保護層16に吸着される不純物量が減少する。その結果、PDPの放電中に柱状結晶161に吸着された不純物が放出される量を抑制することができるので、PDPの放電特性が向上する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1パネルおよび第2パネルがギャップ材を介して対向配置され、前記第1パネルおよび第2パネルの一方には複数の電極が列設されるとともに、当該複数の電極を覆うように誘電体層、保護層とが順に積層されたプラズマディスプレイパネルであって、前記保護層は、種結晶からなる第1層と、当該第1層における種結晶の上に成長した複数の柱状結晶からなる第2層によって構成されており、前記第1層は、その形成初期に前記誘電体層表面に付着した粒状結晶を複数合体した種結晶、もしくはその形成初期に前記誘電体層に付着したアモルファス層を多結晶化した種結晶からなることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項2】 前記保護層は、アルカリ土類金属酸化物、アルカリ土類金属フッ化物、もしくはこれらの混合物から構成されることを特徴とする請求項1に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項3】 前記保護層は、MgOから構成されることを特徴とする請求項2に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項4】 前記保護層における柱状結晶は、その厚み方向に(111)面配向していることを特徴とする請求項1に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項5】 第1パネルおよび第2パネルがギャップ材を介して対向配置され、前記第1パネルおよび第2パネルの一方には複数の電極が列設されるとともに、当該複数の電極を覆うように誘電体層が積層され、かつ当該誘電体層の上方に保護層が配されたプラズマディスプレイパネルであって、前記誘電体層と保護層との間には、前記保護層を構成する柱状結晶が成長する基材となる中間層が配されていることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項6】 前記中間層は、面心立方構造、最密六方構造、ウルツ鉱型構造、閃亜鉛鉱型構造のいずれかの結晶構造を有することを特徴とする請求項5に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項7】 前記中間層は、Ag、Al、Au、Be、Cd、Co、Cu、Ga、Hf、In、Ir、Mg、Ni、Os、Pd、Pt、Re、Rh、Tc、Ti、Zn、Zrからなる第一元素群から選択される元素の単体結晶、あるいは前記第一元素群から選択される2以上の元素からなる合金、ならびに前記第一元素群から選択される1以上の元素と、As、N、O、P、S、Sb、Se、Teからなる第二元素群から選択される1以上の元素とからなる化合物結晶のいずれかからなることを特徴とする請求項6に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項8】 前記中間層を構成する物質は、前記保護層を構成する物質とのミスフィットが15%以下である

ことを特徴とする請求項7に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項9】 前記保護層を構成する柱状結晶は、その層の厚み方向に(111)面配向していることを特徴とする請求項5に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項10】 前記柱状結晶は、MgOからなることを特徴とする請求項5に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項11】 第1パネルおよび第2パネルがギャップ材を介して対向配置され、前記第1パネルおよび第2パネルの一方には複数の電極が列設されるとともに、当該複数の電極を覆うように誘電体層、保護層とが順に積層されたプラズマディスプレイパネルであって、前記誘電体層は、前記保護層側の主面において、当該保護層を単結晶状に成長させるための溝が形成されていることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項12】 前記溝は、前記誘電体層の保護層側の主面にストライプ状に平行に列設されていることを特徴とする請求項11に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項13】 前記溝は、その幅が160~3800nmの範囲内であることを特徴とする請求項11に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項14】 前記保護層は、その厚み方向に(100)面配向していることを特徴とする請求項11に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項15】 前記保護層は、その厚み方向に(111)面配向していることを特徴とする請求項11に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項16】 前記保護層は、アルカリ土類金属酸化物、アルカリ土類金属フッ化物、もしくはこれらの混合物から構成されることを特徴とする請求項11に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項17】 前記保護層は、MgOから構成されることを特徴とする請求項16に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項18】 請求項1、5、11のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルと、当該プラズマディスプレイパネルを駆動する駆動回路とを備えることを特徴とするプラズマディスプレイパネル表示装置。

【請求項19】 基板上に電極を形成する第1の工程と、前記第1の工程において形成された電極上を覆うように誘電体層を形成する第2の工程と、前記第2の工程において形成された誘電体層を被覆する保護層を形成する第3の工程とを備えたパネル形成工程を有するプラズマディスプレイパネルの製造方法であって、前記第3の工程は、前記誘電体層上に保護層材料を付着させる保護層材料付着ステップと、前記保護層材料付着ステップにおいて付着された保護層

材料を加熱処理して、種結晶を形成する加熱処理ステップと、  
前記加熱処理ステップにおいて形成された種結晶上に保護層材料を成長させる保護層形成ステップとを有することを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項20】 前記保護層材料付着ステップは、前記誘電体層上に複数の保護層材料からなる粒状結晶を付着させるとともに、前記加熱処理ステップは、前記保護層材料付着ステップにおいて付着された粒状結晶を加熱して複数の粒状結晶を合体させることによって前記種結晶を形成することを特徴とする請求項19に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項21】 前記加熱処理ステップは、前記保護層材料付着ステップにおいて付着された粒状結晶を当該粒状結晶の融点 $T$  (K) 以上の温度 (K) まで加熱することを特徴とする請求項20に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項22】 前記保護層材料付着ステップは、前記誘電体層上に保護層材料からなるアモルファス層を付着させるとともに、前記加熱処理ステップは、前記保護層材料付着ステップにおいて付着されたアモルファス層を加熱処理して多結晶化させることによって前記種結晶を形成することを特徴とする請求項19に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項23】 前記加熱処理ステップは、前記保護層材料付着ステップにおいて付着されたアモルファス層を当該物質の融点 $T$  (K) の $2/3$ 以上の温度 (K) まで加熱することを特徴とする請求項22に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項24】 前記加熱処理ステップは、レーザ照射装置、ランプ照射装置、およびイオン照射装置のいずれかから射出されるエネルギービームを前記保護層材料に照射して加熱処理を行うことを特徴とする請求項19から23のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項25】 前記加熱処理ステップは、前記保護層材料が付着された基板に対して、前記エネルギービームを相対的に移動させながら照射することを特徴とする請求項24に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項26】 前記加熱処理ステップは、減圧雰囲気下において行うことを特徴とする請求項19に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項27】 前記加熱処理ステップは、酸素を含む減圧雰囲気下において行うことを特徴とする請求項19に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項28】 前記保護層材料付着ステップおよび前記加熱処理ステップを並行して行うことを特徴とする請求項19に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方

法。

【請求項29】 前記加熱処理ステップから前記保護層形成ステップを通しての期間は、大気開放しないで処理を行うことを特徴とする請求項19に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項30】 前記保護層材料付着ステップから前記保護層形成ステップを通しての期間は、大気開放しないで処理を行うことを特徴とする請求項19に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項31】 前記加熱処理ステップから前記保護層形成ステップを通しての期間は、減圧雰囲気下において処理を行うことを特徴とする請求項19に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項32】 前記加熱処理ステップから前記保護層形成ステップにかけては、前記種結晶を室温以上の温度に保持することを特徴とする請求項19に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項33】 基板上に電極を形成する第1の工程と、前記第1の工程において形成された電極上を覆うように誘電体層を形成する第2の工程と、前記第2の工程において形成された誘電体層の上方に保護層を形成する第3の工程とを備えたパネル形成工程を有するプラズマディスプレイパネルの製造方法であって、前記パネル形成工程は、前記第2の工程と第3の工程の間において、前記誘電体層上に、前記保護層材料を柱状結晶状に成長させる基材となる中間層を被覆する第4の工程を備えることを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項34】 前記第3の工程においては、酸素を含む減圧雰囲気下において保護層材料を蒸着させることを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項35】 前記第4の工程は、減圧雰囲気下において前記中間層を被覆することを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項36】 前記第4の工程から前記第3の工程が終了するまでの期間は、大気開放しないで処理を行うことを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項37】 基板上に電極を形成する第1の工程と、前記第1の工程において形成された電極上を覆うように、誘電体層を形成する第2の工程と、前記第2の工程において形成された誘電体層を被覆する保護層を形成する第3の工程とを備えたパネル形成工程を有するプラズマディスプレイパネルの製造方法であって、前記第2の工程は、前記第1の工程において形成された電極上に誘電体層材料を被覆する誘電体層被覆ステップと、

10

20

30

40

50

前記誘電体層被覆ステップにおいて被覆された誘電体層表面に、前記第3の工程において被覆される保護層材料を単結晶状に成長させるための溝を形設する溝形設ステップとを有することを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項38】 前記溝形設ステップは、機械的切削法、化学エッチング法、もしくはエキシマレーザ法を用いて溝を形設することを特徴とする請求項37に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項39】 前記第3の工程は、前記誘電体層上に保護層材料からなる複数の粒状結晶を付着させる保護層材料付着ステップと、前記保護層材料付着ステップにおいて付着された粒状結晶を加熱して、複数の粒状結晶を合体させる加熱処理ステップと、前記加熱処理ステップにおいて合体された粒状結晶上に保護層材料を成長させる保護層形成ステップとを有することを特徴とする請求項37に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項40】 前記加熱処理ステップは、前記保護層材料付着ステップにおいて付着された粒状結晶を当該粒状結晶の融点 $T$  (K) 以上の温度 (K) まで加熱することを特徴とする請求項39に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項41】 前記第3の工程は、前記誘電体層上に保護層材料からなるアモルファス層を付着させる保護層材料付着ステップと、前記保護層材料付着ステップにおいて付着されたアモルファス層を加熱処理して多結晶化させる加熱処理ステップと、前記加熱処理ステップにおいて多結晶化された結晶上に保護層材料を成長させる保護層形成ステップとを有することを特徴とする請求項37に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項42】 前記加熱処理ステップは、前記保護層材料付着ステップにおいて付着されたアモルファス層を当該物質の融点 $T$  (K) の $2/3$ 以上の温度 (K) まで加熱することを特徴とする請求項41に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項43】 前記加熱処理ステップは、レーザ照射装置、ランプ照射装置、およびイオン照射装置のいずれかから出射されるエネルギービームを前記保護層材料に照射して加熱処理を行うことを特徴とする請求項39または41に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項44】 前記加熱処理ステップは、前記保護層材料が付着された基板に対して、前記エネルギービームを相対的に移動させながら照射することを特徴とする請求項43に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項45】 前記加熱処理ステップは、減圧雰囲気下において行うことを特徴とする請求項39または41に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項46】 前記加熱処理ステップは、酸素を含む減圧雰囲気下において行うことを特徴とする請求項39または41に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項47】 前記保護層材料付着ステップおよび前記加熱処理ステップを並行して行うことを特徴とする請求項39または41に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項48】 前記加熱処理ステップから前記保護層形成ステップを通しての期間は、大気開放しないで処理を行うことを特徴とする請求項39または41に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項49】 前記加熱処理ステップから前記保護層形成ステップを通しての期間は、減圧雰囲気下において処理を行うことを特徴とする請求項39または41に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項50】 前記保護層材料付着ステップから前記保護層形成ステップを通した期間においては、大気開放しないで処理を行うことを特徴とする請求項39または41に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項51】 前記加熱処理ステップから前記保護層形成ステップにかけては、加熱処理された保護層材料を室温以上の温度に保持することを特徴とする請求項39または41に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマディスプレイパネルおよびその製造方法、ならびにプラズマディスプレイパネル表示装置に関し、特に、その放電特性を向上する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータやテレビなどの画像表示に用いられているカラー表示デバイスの中で、プラズマディスプレイパネル (Plasma Display Panel、以下、「PDP」という。) は、薄型のパネルを実現することのできる表示デバイスとして注目されており、特に、高速応答性や高視野角などの優れた特徴を備えるため、各企業や研究機関においてその普及に向けた開発が活発に行われている。

【0003】このようなPDPにおいては、複数のライン状の電極が列設される前面ガラス基板および背面ガラス基板とがギャップ材を介して各基板の電極が直交するように対向配置され、各基板間の空間には放電ガスが封入された構成となっている。前面ガラス基板には、その背面ガラス基板と対向する側の面に各電極を覆う誘電体層が被覆されており、さらにこの誘電体層の上にMgO

からなる保護層が被覆されている。

【0004】PDPの駆動時には、前面ガラス基板と背面ガラス基板の電極間においてアドレス放電を行うことにより、点灯したいセルの保護層表面に電荷を形成し、その電荷の形成されたセルにおける前面ガラス基板の隣接する電極間で維持放電を行っている。このアドレス放電によって電荷が形成される保護層は、アドレス放電および維持放電時に生じるイオン衝撃（スパッタリング）から誘電体層および電極を保護する役割と、アドレス放電時に2次電子を放出し電荷を保持するいわゆるメモリ機能の役割を果たす。そのため、保護層は、耐スパッタ性と2次電子放出性に優れた酸化マグネシウム（MgO）が一般的に用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年のPDPにおいては、長寿命化への要求が高まってきており、この要求に対応する技術として、水蒸気を含む雰囲気において保護層を蒸着する技術（特開平10-106441号公報）が開示されている。この技術によれば、形成された保護層は、その厚み方向に〈110〉配向、すなわち保護層の厚み方向に、耐スパッタ性に優れた（110）面が配向した膜となるので、スパッタによる保護層の削れ方も少なく、PDPを長寿命化することができる。

【0006】しかしながら、上記従来技術においては、保護層蒸着時における雰囲気に水蒸気が含まれているので、形成される保護層には水が取り込まれてしまう可能性が大きい。そのため、PDPの駆動時間とともに削れていく保護層からは、不純物である水が次第に放出されるので、PDPの放電特性が駆動時間とともに変動し、放電特性が安定化しにくいと考えられる。

【0007】本発明は、上記課題に鑑み、従来に比べて駆動時間に対する放電特性が安定し、かつ耐スパッタ性にも優れたPDPおよびその製造方法、ならびに当該PDPを用いたPDP表示装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係るPDPは、第1パネルおよび第2パネルがギャップ材を介して対向配置され、前記第1パネルおよび第2パネルの一方には複数の電極が列設されるとともに、当該複数の電極を覆うように誘電体層、保護層とが順に積層されたプラズマディスプレイパネルであって、前記保護層は、種結晶からなる第1層と、当該第1層における種結晶の上に成長した複数の柱状結晶からなる第2層によって構成されており、前記第1層は、その形成初期に前記誘電体層表面に付着した粒状結晶を複数合体した種結晶、もしくはその形成初期に前記誘電体層に付着したアモルファス層を多結晶化した種結晶からなることを特徴としている。

【0009】これによれば、保護層を形成する柱状結晶が、保護層材料を粒状結晶のままからなる層上に成長させる従来の場合に比べて太いものが形成され、保護層全体においては露出面積が減るので、保護層に吸着される不純物量を減らすことができる。したがって、不純物に起因するPDPの放電特性の変動を安定化させることができる。さらに、粒状結晶がほとんどなく、保護層の緻密度も向上するので、耐スパッタ性にも優れる。

【0010】この保護層は、アルカリ土類金属酸化物、アルカリ土類金属フッ化物、もしくはこれらの混合物を用いることができ、特に、電子放出性および耐スパッタ性に優れたMgOから構成することが望ましく、この保護層を構成する柱状結晶が、その厚み方向に（111）面配向していれば、電子放出性に優れる。また、本発明に係るプラズマディスプレイパネルは、第1パネルおよび第2パネルがギャップ材を介して対向配置され、前記第1パネルおよび第2パネルの一方には複数の電極が列設されるとともに、当該複数の電極を覆うように誘電体層が積層され、かつ当該誘電体層の上方に保護層が配されたプラズマディスプレイパネルであって、前記誘電体層と保護層との間には、前記保護層を構成する柱状結晶が成長する基材となる中間層が配されていることを特徴としている。

【0011】これによれば、中間層上に従来よりも太い柱状結晶が形成されるので、保護層全体における露出面積を減少させて、不純物の吸着量を従来よりも低減することができる。したがって、不純物に起因するPDPの放電特性の変動を安定化させることができる。ここで、前記中間層は、面心立方構造、最密六方構造、ウルツ鉱型構造、閃亜鉛鉱型構造のいずれかの結晶構造を有していれば、この上に形成される保護層の柱状結晶を従来に比べて太くしやすくなる。

【0012】また、具体的には前記中間層を構成する物質としては、Ag、Al、Au、Be、Cd、Co、Cu、Ga、Hf、In、Ir、Mg、Ni、Os、Pd、Pt、Re、Rh、Tc、Ti、Zn、Zrからなる第一元素群から選択される元素の単体結晶、あるいは前記第一元素群から選択される2以上の元素からなる合金、ならびに前記第一元素群から選択される1以上の元素と、As、N、O、P、S、Sb、Se、Teからなる第二元素群から選択される1以上の元素とからなる化合物結晶のいずれかを用いることができる。

【0013】柱状結晶を太くするのに最適な中間層としては、これを構成する物質と、前記保護層を構成する物質とのミスフィットが15%以下であることが好ましい。ここで、前記保護層を構成する柱状結晶は、その層の厚み方向に（111）面配向したMgOであれば、電子放出性に優れた保護層となる。また、本発明に係るプラズマディスプレイパネルは、第1パネルおよび第2パネルがギャップ材を介して対向配置され、前記第1パネ

ルおよび第2パネルの一方には複数の電極が列設されるとともに、当該複数の電極を覆うように誘電体層、保護層とが順に積層されたプラズマディスプレイパネルであって、前記誘電体層は、前記保護層側の主面において、当該保護層を単結晶状に成長させるための溝が形成されていることを特徴とする。

【0014】これによれば、保護層が単結晶状、すなわち保護層を構成する柱状結晶が従来に比べて太くなっており、そのため不純物が保護層に吸着される量が従来に比べて減少し、PDPの放電特性を安定化することができる。実際には、前記溝をストライプ状に並行に列設することによって保護層全体を単結晶状に近づけることができ、溝の幅が160～3800nmの範囲内において、保護層が単結晶状になることを確認している。

【0015】ここで、前記保護層は、その厚み方向に(100)面もしくは(111)面配向して形成され、これを構成する物質としては電子放出性、耐スパッタ性に優れたMgOが好ましい。上述したようなPDPを用いたPDP表示装置においては、耐スパッタ性に優れるとともに、放電特性が安定化する。

【0016】本発明に係るプラズマディスプレイパネルの製造方法は、基板上に電極を形成する第1の工程と、前記第1の工程において形成された電極上を覆うように誘電体層を形成する第2の工程と、前記第2の工程において形成された誘電体層を被覆する保護層を形成する第3の工程とを備えたパネル形成工程を有するプラズマディスプレイパネルの製造方法であって、前記第3の工程は、前記誘電体層上に保護層材料を付着させる保護層材料付着ステップと、前記保護層材料付着ステップにおいて付着された保護層材料を加熱処理して、種結晶を形成する加熱処理ステップと、前記加熱処理ステップにおいて形成された種結晶上に保護層材料を成長させる保護層形成ステップとを有することを特徴としている。

【0017】一般的に保護層に用いられるMgOは、イオン結晶性の強い材料でNa-C1型の結晶構造を有するため、アモルファスの誘電体層上に形成する場合には、表面が理論上(100)面配向するはずである。しかしながら、実際の保護層表面は、(111)面配向しており、なんらかの影響によって配向面が変化していると考えられる。そのため、MgOの柱状結晶においては配向の不連続に伴う結晶欠陥を有する可能性があり、柱状結晶の太さが太くなりやすく、表面積が大きくなり、不純物ガスを吸着する量が多くなりがちである。

【0018】しかしながら、上記製造方法によれば、柱状結晶の太さを従来に比べて太くすることができるので、柱状結晶の露出面積を低減し、保護層に吸着する不純物の量を低減することができるので、PDPの放電特性を安定化することができる。ここで、前記加熱処理ステップは、前記保護層材料付着ステップにおいて付着されたものが粒状結晶であれば当該粒状結晶の融点T

(K)以上の温度(K)まで加熱するようにすれば、複数の粒状結晶を合体させて、柱状結晶の太さを太くすることができる。また、保護層材料付着ステップにおいてアモルファス層が付着した場合には、当該物質の結晶融点T(K)の2/3以上の温度(K)で結晶化するため、比較的低い温度で加熱すれば良い。

【0019】具体的に前記加熱処理ステップは、レーザ照射装置、ランプ照射装置、およびイオン照射装置のいずれかから射出されるエネルギービームを前記保護層材料に走査しながら照射して加熱処理を行うことができる。ここで、前記加熱処理ステップは、酸素を含む減圧雰囲気下において行うようにすれば、保護層に酸素欠陥が発生することを抑制することができる。

【0020】ここで、前記保護層材料付着ステップから前記加熱処理ステップを通しての期間は、大気開放しないで処理を行ったり、前記加熱処理ステップから前記保護層形成ステップを通しての期間は、大気開放しないで処理を行ったりするようにすれば、保護層形成時に水分などの不純物の付着を抑制することができ、PDPの放電特性を安定化させることができる。また、保護層材料付着ステップと加熱処理ステップとを並行して行うことによって、付着された保護層材料の表面を活性化状態に保持できるので、種結晶の大きさを容易に大きくすることができる。さらに、加熱処理ステップで種結晶が活性化状態のまま、保護層形成ステップに移行すると、エピタキシーしやすく、保護層の結晶性が向上するため、種結晶を室温以上の温度に保持することが好ましい。

【0021】また、本発明に係るプラズマディスプレイの製造方法は、基板上に電極を形成する第1の工程と、前記第1の工程において形成された電極上を覆うように誘電体層を形成する第2の工程と、前記第2の工程において形成された誘電体層の上方に保護層を形成する第3の工程とを備えたパネル形成工程を有するプラズマディスプレイパネルの製造方法であって、前記パネル形成工程は、前記第2の工程と第3の工程の間において、前記誘電体層上に、前記保護層材料を柱状結晶状に成長させる基材となる中間層を被覆する第4の工程を備えることを特徴とする。

【0022】これによれば、上記のような加熱処理を行うことなく、保護層の柱状結晶を従来に比べて太くすることができる。ここで、前記第3の工程においては、酸素を含む減圧雰囲気下において保護層材料を蒸着させるようにすれば、保護層を構成する柱状結晶の太さを太く形成し易くなる。加えて、第4の工程では、減圧雰囲気下において前記中間層を被覆することが好ましく、中間層の材料によっては、O<sub>2</sub>あるいはN<sub>2</sub>などを含む減圧雰囲気下が望ましいこともある。

【0023】また、前記第4の工程から前記第3の工程が終了するまでの期間は、大気開放しないで処理を行う

10

20

30

40

50

## 11

ようにすれば、保護層形成時に水分などの不純物の付着を抑制することができ、PDPの放電特性を安定化させることができる。また、本発明に係るプラズマディスプレイパネルの製造方法は、基板上に電極を形成する第1の工程と、前記第1の工程において形成された電極上を覆うように、誘電体層を形成する第2の工程と、前記第2の工程において形成された誘電体層を被覆する保護層を形成する第3の工程とを備えたパネル形成工程を有するプラズマディスプレイパネルの製造方法であって、前記第2の工程は、前記第1の工程において形成された電極上に誘電体層を被覆する誘電体層被覆ステップと、前記誘電体層被覆ステップにおいて被覆された誘電体層表面に、前記第3の工程において被覆される保護層材料を単結晶状に成長させるための溝を形成する溝形成ステップとを有することを特徴としている。

【0024】これによれば、保護層を単結晶状に形成することができるので、従来に比べて保護層の露出面積が低減するとともに保護層の吸着される不純物量が低減するので、プラズマディスプレイパネルの放電特性を安定化することができる。具体的には誘電体層に溝を形成するには、前記溝形成ステップにおいて、機械的切削法、化学エッチング法、もしくはエキシマレーザ法を用いて溝を形成することができる。

【0025】また、前記第3の工程は、前記誘電体層上に保護層材料からなる複数の粒状結晶もしくはアモルファス層を付着させる保護層材料付着ステップと、前記保護層材料付着ステップにおいて付着された粒状結晶もしくはアモルファス層を加熱して、複数の粒状結晶を合体させる加熱処理ステップと、前記加熱処理ステップにおいて合体された粒状結晶もしくはアモルファス層が多結晶化された結晶上に保護層材料を成長させる保護層形成ステップとを有するようにすれば、さらに保護層を単結晶ライクに形成することができる。

【0026】前記加熱処理ステップは、前記保護層材料付着ステップにおいて付着されたものが粒状結晶の場合は、当該結晶融点T(K)以上、アモルファス層の場合は当該物質の融点T(K)の2/3以上の温度(K)まで加熱すればよい。具体的には、前記加熱処理ステップは、レーザ照射装置、ランプ照射装置、およびイオン照射装置のいずれかから出射されるエネルギービームを前記保護層材料に照射して加熱処理を行うことができる。

【0027】ここで、前記加熱処理ステップは、酸素を含む減圧雰囲気下において行うようにすれば、保護層における酸素欠陥の発生を抑制することができる。また、保護層材料付着ステップと加熱処理ステップとを並行して行うことによって、付着された保護層材料の表面を活性な状態に保持できるので、種結晶の大きさを容易に大きくすることができる。

【0028】また、前記加熱処理ステップから前記保護

## 12

層形成ステップを通しての期間は、大気開放せず、もしくは減圧雰囲気下において処理を行えば、保護層形成時に水分などの不純物の付着を抑制することができ、PDPの放電特性を安定化させることができる。さらに、前記保護層材料付着ステップから前記保護層形成ステップを通じた期間においては、大気開放しないで処理を行えば、保護層に吸着される不純物量をさらに低減することができるので、PDPの放電特性がさらに安定化する。

【0029】さらに、加熱処理ステップで種結晶が活性な状態のまま、保護層形成ステップに移行すると、エピタキシーしやすく、保護層の結晶性が向上するため、種結晶を室温以上の温度に保持することが好ましい。

【0030】

【発明の実施の形態】(第1の実施の形態)本第1の実施の形態に係るPDPおよびPDP表示装置について、図面を参照しながら説明する。

<PDP10の構成>図1は、PDP10における前面ガラス基板11を取り除いた概略平面図であり、図2は、PDP10の部分断面斜視図である。なお、図1においては表示電極13、表示スキャン電極14、アドレス電極17の本数などについては分かり易くするため一部省略して図示している。両図を参照しながらPDP10の構造について説明する。

【0031】図1に示すように、PDP10は、前面ガラス基板11(不図示)、背面ガラス基板12、n本の表示電極13、n本の表示スキャン電極14、m本のアドレス電極17、および斜線で示す気密シール層21などを備え、各電極13、14、17が3電極構造の電極マトリックスを形成し、表示電極13および表示スキャン電極14とアドレス電極17との交点にセルが形成されるように構成されている。

【0032】このPDP10は、図2に示すように、前面パネルとしての前面ガラス基板11と背面パネルとしての背面ガラス基板12とが、ストライプ状に列設されている隔壁19を介して、互いに平行に配設されて構成されている。前面パネルは、前面ガラス基板11の一方の主面に、表示電極13、表示スキャン電極14、誘電体層15、および保護層16を備える。

【0033】表示電極13および表示スキャン電極14は、前面ガラス基板11上に交互かつ平行に並んでストライプ状に配設されており、ともに銀などの導電性物質からなる電極である。誘電体層15は、前面ガラス基板11および各電極13、14を覆うように形成されており、鉛ガラスなどからなる層である。

【0034】保護層16は、誘電体層15表面上に被覆されており、2次電子放出性および耐スパッタ性に優れる、層の厚み方向に(111)面配向した酸化マグネシウム(MgO)からなる。この保護層16を構成する物質としては、電子放出性を有するアルカリ土類金属(Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)の酸化物やフッ化

10

20

30

40

50

物、あるいはこれらの混合物であって、結晶を形成するものであれば使用することができる。

【0035】一方、背面パネルには、背面ガラス基板12の一主面上にアドレス電極17、下地誘電体層18、隔壁19、蛍光体層20R、G、Bが配されている。アドレス電極17は、背面ガラス基板12上に平行に列設されており、銀などの導電性物質からなる電極である。下地誘電体層18は、アドレス電極17を被覆するように形成されており、例えば、酸化チタンを含む誘電体ガラスからなる層であって、各蛍光体層20R、G、Bで発生する可視光を反射する機能と、誘電体層としての機能を併せ持つ。

【0036】隔壁19は、下地誘電体層18の表面上においてアドレス電極17と平行に列設されている。この隔壁19と隔壁19の間の凹部および隔壁19の側壁には、各蛍光体層20R、G、Bが順に形成されている。蛍光体層20R、G、Bは、それぞれ赤色(R)、緑色(G)、青色(B)を発光する蛍光体粒子が結着した層である。

【0037】PDP10は、上記前面パネルと背面パネルとが貼り合わされるとともにそのパネル周囲が気密シール層21により封着され、その間に形成される放電空間22内に放電ガス(例えば、ネオン95vol%とキセノン5vol%の混合ガス)が所定の圧力(例えば、66.5kPa程度)で封入された構成となっている。

【0038】図3は、PDP表示装置40の構成を示す図である。PDP表示装置40は、PDP10、PDP駆動装置30を備え、PDP10がPDP駆動装置30に接続された構成を有する。PDP駆動装置30は、PDP10の表示電極13に接続されるとともにこれを駆動する表示ドライバ回路31と、表示スキャン電極14に接続されるとともにこれを駆動する表示スキャンドライバ回路32と、アドレス電極17に接続されるとともにこれを駆動するアドレスドライバ回路33、および各ドライバ回路31、32、33の駆動を制御するコントローラ34とを備える。

【0039】PDP表示装置40の駆動時には、コントローラ34の制御に従い、点灯させようとするセルにおける表示スキャン電極14とアドレス電極17に放電開始電圧以上の電圧を印加することにより、その電極間でアドレス放電を行って壁電荷を貯めた後に、表示電極13と表示スキャン電極14とに一括してパルス電圧を印加することによって、壁電荷の貯まったセルにおいて維持放電を行う。この維持放電時において放電空間22

(図2)内の放電ガスから紫外線が発生し、この紫外線により励起された各蛍光体層20R、20G、20B

(図2)が発光することによってセルが点灯する。この各色セルの点灯、非点灯の組み合わせによって画像を表示することができる。

【0040】＜前面パネルの構成＞

(従来の前面パネルについて)本発明に特徴的な前面パネルの保護層について説明する前に、従来の前面パネルの保護層の構造について説明する。図4は、従来の前面パネルの要部断面図である。なお、この従来の前面パネルは、上記図1～図3を用いて説明した前面パネルと略同様の構成をしており、保護層26の構造が異なるのみであるので、同じ番号を付したものについては説明を省略する。

【0041】同図に示すように、従来の前面パネルは、前面ガラス基板11上に列設された表示電極13、表示スキャン電極14を覆うように誘電体層15が積層され、その上にMgOからなる保護層26が形成されている。保護層26は、誘電体層15表面に対して垂直方向に伸びた柱状結晶261(幅約15nm)からなる層と、誘電体層15表面に付着した粒状結晶262からなる層とから構成され、MgOを真空蒸着法によって誘電体層15上に被覆することによって形成される。この柱状結晶261は、いわゆるデッドレイヤーとよばれる粒状結晶262上に成長されたものなので太く成長せず、また、粒状結晶262の存在によって露出されるので、各柱状結晶261における露出面積は比較的大きくなると考えられる。したがって、その柱状結晶261の露出面において水分などの不純物が吸着される確率が高く、保護層26は、水分などの不純物を含み易い構成となっている。

【0042】この不純物ガス、特に水分は、PDPの放電特性に悪影響を与える。すなわち、PDPの駆動時においては、プラズマのスパッタによって活性化された保護層26の結晶界面から水などの不純物が次第に放出され、放電空間内に水分が増加するにしたがってアドレス放電に必要な電圧が高まり、アドレスを行ったとしても点灯しないセルが発生しやすくなる。そのため、PDPにおいては放電特性が安定しにくくなると考えられる。

【0043】この放電特性を上げるため、柱状結晶261の粒径を大きくするとともに粒状結晶262の発生を抑制することによって柱状結晶261の露出面積を小さくすることが望まれており、そのために蒸着時の前面パネルの温度を高める方法が考えられる。しかし、この方法でも柱状結晶の粒径を大きくするのにも限度があり、完全に粒状結晶を無くすことはできない上、前面パネル温度を350℃以上に高くし過ぎると、化学量論的な組成の保護層が得にくくなるとともに、酸素欠陥の多い層が形成されるため、従来の技術では、PDPの放電特性を安定化させることが困難である。

【0044】また、保護層26は、柱状結晶261の径が小さく、粒状結晶262が存在すれば、保護層26においては緻密度が小さくなるので、耐スパッタ性に劣ると考えられ、その向上の余地がまだあると考えられる。

(本実施の形態の前面パネル)次に、本実施の形態に係るPDPに特徴的な前面パネルの構成について説明す



る。

【0045】図5は、本実施の形態に係る前面パネルの要部断面図である。同図に示すように、前面パネルには、前面ガラス基板11の一方の主面上に列設された表示電極13および表示スキャン電極14を覆うように誘電体層15が積層され、この上に保護層16が形成されている。保護層16は、種結晶163からなる層と、これを基材として誘電体層15表面に対して垂直方向に延伸した柱状結晶161（保護層16の厚み方向に（111）面配向している。）が複数形成された層とからなり、従来の保護層に見られた粒状結晶からなるデッドレイヤーは形成されていない。

【0046】ここで、種結晶163は、その上に配設される柱状結晶161の結晶配向を促すための基材の役割を果たしており、種結晶163と柱状結晶161とが同じMgOから構成されているため区別しにくい、約200nmの厚みで形成されている。他方、この柱状結晶161の幅Wは、30～45nm程度と従来の柱状結晶（15nm）と比較して約2～3倍以上太くなっている。これによって、保護層16における露出面積は、従来の保護層26（図4）に比べて少なくなる。さらに、従来のような粒状結晶が262（図4）が存在しないため、柱状結晶161が露出される面積も減少する。そのため、保護層16に吸着される不純物の量も従来に比べて減少する。したがって、本実施の形態におけるPDPは、維持放電時に放出される不純物量も従来に比べて低下するので、放電特性も安定する。また、デッドレイヤーが形成されておらず、柱状結晶161も太く形成されるので、保護層16における緻密度も向上し、耐スパッタ性も向上する。

【0047】＜PDP10の製造方法＞次に、上述したPDP10の製造方法について説明する。まず、その前面パネルの製造方法の一例を、図6（a）～（e）を用いて説明する。図6（a）～（e）は、各製造段階における前面パネルの要部断面図であり、番号順に進行する。

#### 【0048】①前面パネルの作製

前面パネルは、前面ガラス基板11上にまず、各n本の表示電極13および表示スキャン電極14を交互かつ平行にストライプ状に形成した後、その上を誘電体層15で被覆し、さらにその表面に保護層16を形成することによって作製される。

【0049】表示電極13および表示スキャン電極14は、例えばそれぞれ銀からなる電極であって、電極用の銀ペーストをスクリーン印刷により所定の間隔（例えば約80μm）において前面ガラス基板11上に塗布した後、焼成することによって、図6（a）に示すように形成される。次に、誘電体層15となる酸化鉛（PbO）を含むペーストを、スクリーン印刷法を用いて塗布、乾燥後、焼成することによって、図6（b）に示すような

誘電体層を厚みが約20μmとなるように形成する。

【0050】次に、本実施の形態において特徴的な保護層16の形成方法について説明する。図6（c）に示すように、誘電体層15表面上に真空蒸着法、例えばEB蒸着法を用いて、保護層材料からなる粒状結晶162を例えば200nmの厚さとなるまで付着させる。このような蒸着初期段階においては、誘電体層15表面上に保護層を形成する物質が誘電体層15表面にくっつきたり離れたりするため、粒状結晶162のような径の小さい結晶しか形成することができない。なお、ここでは図示しないが、粒状結晶162が形成されず、アモルファスからなる層状のものが形成される場合もある。

【0051】次に、このように被膜された粒状結晶162に対して、水分などの付着を防止するためこれを大気開放することなく加熱処理を行う。これによって隣接する粒状結晶162同士が合体し、図6（d）に示すように、粒状結晶162よりも大きな径を有する種結晶163が複数形成される。上記アモルファス層が形成された場合には加熱処理によって多結晶化が起り、この層の面内において種結晶が複数存在する状態に形成される。この加熱処理においては、例えば、アルゴンレーザなどのレーザ照射装置、加熱ランプ照射装置、あるいはイオン照射装置を用い、これらから出射されるエネルギービームを集束させて、これを前面パネルに対して相対的に移動させながら照射して加熱する方法を用いることが好ましい。前面パネル全体を1273K近くまで加熱すれば、前面ガラス基板が歪む可能性があるが、スポット的に加熱を行えばそのような問題が発生しにくく、少ないエネルギーで処理できるからである。

【0052】この加熱処理について簡単に説明する。レーザなどを粒状結晶162表面に照射すると、粒状結晶162には高エネルギーの電子、正孔が生成されたり、格子振動が励起されたりする。この電子、正孔は、フォノンを放出しながらエネルギーを失い再結合する。この過程において、温度上昇が起って粒状結晶162は溶融するとともに、隣接する粒状結晶162と合体し、レーザ光の照射を止めると再結晶化を起こす。この再結晶化によって、複数の粒状結晶162が合体して結晶径が拡大した種結晶163が形成され、この種結晶163は保護層16の厚み方向に（111）面配向したMgO単結晶構造を有するようになる。

【0053】この加熱処理を粒状結晶162に対して行う場合には、当該物質の結晶融点である1273（K）以上の高い温度で加熱処理を行っており、そのため、高温、かつ再結晶化の進行速度を高めることができるような短時間（nsecオーダー）のレーザを照射することができるパルスレーザを加熱源として用いることが好ましい。なお、上記アモルファス層に対して加熱処理を行う場合には、当該物質の結晶融点T（K）よりも低い温度（2/3T（K）以上の温度）で溶融することができ

るので、より低い温度で処理を行うことができる。

【0054】ここで、加熱処理を減圧雰囲気下で行えば、ガスに吸収される熱量が低く抑えられ、さらに、酸素を含む減圧雰囲気下において加熱処理を行えば、酸素欠陥が少なくなるとともに、再結晶化されたものが電子放出性に優れる(111)面配向に選択的に形成されるようになるため、その条件で加熱処理を行うことが好ましい。また、保護層材料を誘電体層15表面上に付着させる処理と、加熱処理とを並行して行えば、付着された保護層材料の表面が活性な状態のまま加熱処理されるので、処理効果が高まると考えられる。

【0055】このように、種結晶163は、面配向した単結晶となっているので、この結晶を基板とした結晶成長(保護層16の厚み方向に(111)面配向する。)も起こり易い。そのため、種結晶163の上に再度真空蒸着法を用いて保護層16全体の厚みが1000nmとなるまで蒸着することによって、図6(e)に示すように、粒状結晶が残ることなく、従来の柱状結晶261(図4)よりも太く成長した柱状結晶161が得られる。ここで、加熱処理後の種結晶163の活性状態を保持することによって結晶成長を起こし易くするため、種結晶163の形成された前面パネルを室温以上に保持することが好ましい。

【0056】なお、上記各真空蒸着法を用いる場合には、酸素を含む減圧雰囲気下で行うことが好ましい。酸素が雰囲気中に含まれていれば、蒸着される物質の結晶構造において、酸素欠陥の発生が抑制することができる。また、粒状結晶を付着させるEB蒸着から加熱処理を通しての期間、加熱処理からEB蒸着を通しての期間、ならびにこれらの期間全般を通しての期間においては、前面パネルを大気開放することなく処理を行うようにすれば、大気中に含まれる水分(不純物)が保護層16に吸着されることを抑制することができ、PDPの放電特性を安定化させると言う点において好ましい。

【0057】②背面パネルの作製

次に、背面パネルの製造方法の一例について、図1、2を参照しながら説明する。背面パネルは、まず、背面ガラス基板12上に、電極用の銀ペーストをスクリーン印刷し焼成することによって、m本のアドレス電極17を列設された状態に形成する。その上にTiO<sub>2</sub>粒子と誘電体ガラス材料を含むペーストをスクリーン印刷法を用いて塗布することにより下地誘電体層18を形成する。その後、同じく誘電体ガラス材料を含むペーストをスクリーン印刷法により所定のピッチで繰り返し塗布した後焼成することによって隔壁19を形成する。この隔壁19により、放電空間22は、x軸方向にセル(単位発光領域)毎に区画される。

【0058】そして、この隔壁19と隔壁19の間の溝に、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の各蛍光体粒子と有機バインダとからなるペースト状の蛍光体インキ

を塗布する。これを400～590℃の温度で焼成して有機バインダを焼失させることによって、各蛍光体粒子が結着してなる蛍光体層20R、20G、20Bが形成される。

【0059】③パネル貼り合わせによるPDPの作製  
このようにして作製された前面パネルと背面パネルは、前面パネルの各電極と背面パネルのアドレス電極とが直交するように重ね合わせられるとともに、パネル周縁に封着用ガラスを介挿させ、これを例えば450℃程度で10～20分間焼成して気密シール層21(図1)を形成させることにより封着される。そして、一旦放電空間22(図2)内を高真空(例えば、 $1 \times 10^{-4}$ Pa)に排気したのち、放電ガス(例えば、He-Xe系、Ne-Xe系の不活性ガス)を所定の圧力(例えば、66.5kPa)で封入することによってPDP10が作製される。

【0060】＜効果について＞以上述べたように、本第1の実施の形態においては、保護層16を形成する際に、まず、粒状結晶162を真空蒸着によって付着させた後、これに加熱処理を施すことによって、大径化するとともに単結晶化された種結晶163を形成しておく。次に、この種結晶163上に真空蒸着を行うことによって、従来よりも径の大きな柱状結晶161ができるとともに粒状結晶からなるデッドレイヤーが形成されにくくなる。そのため、耐スパッタ性に優れ、放電特性の安定する保護層16を得ることができる。

【0061】すなわち、このような方法で得られた保護層16は、単結晶性に優れた柱状結晶161が密集した層であり、保護層16における緻密度が従来よりも高まるので、従来に比べて耐スパッタ性に優れると考えられる。他方、この保護層16を形成する柱状結晶161が従来に比べて太く形成されて保護層16全体における露出面積が少なくなり、保護層16に吸着される不純物量を従来に比べて少なくすることができるので、PDPにおける放電特性を安定化することができると考えられる。

【0062】なお、上記実施の形態においては、真空蒸着法を用いて保護層材料となるMgOからなる粒状結晶を形成し、これを加熱処理して種結晶を形成していたが、保護層材料を付着させる工程において、真空蒸着法のような減圧雰囲気中の気相成長法のみではなく、スピンコート法を用いることによってMgOを含むペーストを塗布し、これに加熱処理を施すようにしても上記実施の形態と同様の効果が得られる。このような方法を用いれば、より簡便な方法で保護層材料を塗布することができる。

【0063】＜実施例＞

(1)実施例サンプルS1

上記実施の形態で説明したEB蒸着法を用いてMgOからなる保護層(100nm)を形成し、加熱処理を行っ

10

20

30

40

50

た後、再度EB蒸着法を用いてMgOからなる保護層を1000nmまで成長させた前面パネルを形成した。この前面パネルを用いて、プラズマディスプレイパネルを作製し、実施例サンプルとした。ここで、放電ガスとして、Neの含有量を95vol%、Xeの含有量を5vol%とし、封入圧力を66.5kPaとした。

#### 【0064】(2)比較例サンプルR1

上記従来の保護層の形成方法を用いて形成した前面パネルを用いたプラズマディスプレイパネルを作製し、比較例サンプルとした。ここで、保護層の厚み、放電ガスの種類、封入圧力等は実施例サンプルと同様に形成した。

#### (3)実験

##### 実験方法

上記実施例サンプルS1および比較例サンプルR1について、上記図3で説明したPDP駆動装置30を接続し、連続的に白表示を行い、駆動時間に対するアドレス電圧(Vda)を測定した。なお、アドレス電圧とは、表示したい放電セルを選択するためにアドレス電極に印加する電圧であって、ここでは、アドレス放電を起こすために必要な電圧の最小値を示す。

#### 【0065】(4)結果と考察

実験結果を図7に示す。図7は、実施例サンプルS1および比較例サンプルR1の駆動時間に対するアドレス電圧(Vdata)を示したものである。同図に示すように、実施例サンプルS1においては、駆動時間に対するアドレス電圧(Vdata)は略安定しているが、比較例サンプルR1においては、駆動時間が4000時間を越えると、急激にアドレス電圧が高まっていることがわかる。これは、実施例サンプルS1のように保護層の形成過程において加熱処理を行うことにより、保護層を形成する柱状結晶が従来に比べて太くなり、保護層全体の露出面積が減少することから、水分などの不純物が保護層に吸着されにくく、駆動に伴って放出される不純物量が従来に比べて減少しているからであると考えられる。

【0066】(第2の実施の形態)次に、本発明の一適用例としてのPDPおよびPDP表示装置の第2の実施の形態について説明する。なお、本第2の実施の形態に係るPDPおよびPDP表示装置は、第1の実施の形態において図1、2、3を用いて説明したものと、中間層および保護層の構成が異なる以外は略同じ構成であるので、同じ構成については説明を省略する。

【0067】上記第1の実施の形態においては、MgOからなる粒状結晶を形成し、これを加熱処理することによって、その上に形成される柱状結晶の基材となる種結晶を形成していたが、この基材としてはMgO以外の物質から構成しても良い。図8は、本第2の実施の形態に係る前面パネルの要部断面図である。同図に示すように、第2の実施の形態に係る前面パネルは、前面ガラス基板11の一方の主面上に列設された表示電極13およ

び表示スキャン電極14を覆うように誘電体層15が積層され、この上に中間層362および保護層36が形成されている。

【0068】中間層362は、酸化亜鉛(ZnO)からなる層である。この酸化亜鉛からなる中間層362についてX線回折法を用いて解析すると、この層は、ウルツ鉱型構造を有するとともに、その膜の厚み方向に(100)面配向するようになっている。この中間層362の表面上には、保護層36がエピタキシャル成長して形成されており、この界面はTEM観察によっても格子整合していることが確認される。

【0069】一般的に、エピタキシャル成長においては、基板となる結晶と、その上に形成される別種の結晶における原子間隔との差の絶対値を、基板となる結晶の原子間隔で割って百分率で示したものをミスフィット(misfit)と呼び、この値が経験的に10~15%以内でなければならないとされている。このため、中間層362を構成する物質と、保護層36を構成する物質(MgO)とのミスフィットが15%以下、好ましくは10%以下となる物質であれば、保護層36を構成する物質をエピタキシャル成長させることができる。なお、本第2の実施の形態において用いた酸化亜鉛のミスフィットは12%である。

【0070】保護層36は、中間層362表面に対して略垂直方向にエピタキシャル成長したMgOからなる柱状結晶361が複数形成された層であり、基本的には第1の実施の形態のところで述べた柱状結晶161(図3)と同じく、従来の柱状結晶にくらべて太く形成されている。これによって、上記第1の実施の形態と同様の理由により、保護層36における不純物の吸着量が従来に比べて抑制される。したがって、PDPの放電特性を安定させることができる。

【0071】このMgOの柱状結晶361についてX線回折法を用いて解析すると、柱状結晶361は、Na-C1型構造を有するとともに、保護層36の厚み方向において、中間層362との界面から保護層36表面に到るまで均一に(111)面配向するようになっている。なお、保護層36としては上記第1の実施の形態のところで述べたアルカリ土類金属酸化物、アルカリ土類金属フッ化物およびこれらの混合物などを用いることもできる。

【0072】＜前面パネルの形成方法＞本第2の実施の形態におけるPDPの製造方法は、上記第1の実施の形態において説明した方法と基本的には同じであり、前面パネルの形成方法のみが異なるので、その形成方法について主に説明する。図9は、本第2の実施の形態に係る前面パネルの形成方法を示す。

【0073】図9(a)~(c)は、前面パネルの各製造段階における要部断面図であり、番号順に製造段階が進行する。なお、前面ガラス基板11上に表示電極1

3、表示スキャン電極14、および誘電体層15を形成する方法については、上記第1の実施の形態において、図6(a)、(b)を用いて説明した方法と同じ方法であるので説明を省略する。

【0074】前面パネルは、前面ガラス基板11上に列設された表示電極13および表示スキャン電極14を被覆する誘電体層15上に、中間層362および保護層36を形成することによって作製される。まず、図9

(a)に示すように、誘電体層15が形成された基板を加熱し、酸素を含む減圧雰囲気下において真空蒸着法、例えばEB蒸着法を用いて、誘電体層15表面上に酸化亜鉛(ZnO)を約100nmの厚さとなるまで付着させ、図9(b)に示すような、層の厚み方向に(100)面配向した中間層362を形成する。

【0075】中間層362への不純物の付着を防止するため、減圧状態を保持したまま、中間層362が形成された基板に対して真空蒸着法、例えばEB蒸着法を用いてMgOが900nmの厚さとなるまでエピタキシャル成長させる。これにより、図9(c)に示すような、従来の柱状結晶にくらべて太く、その厚み方向に均一に(111)面配向した柱状結晶361からなる保護層36が形成される。

【0076】<柱状結晶361が太く形成される理由>ここで、柱状結晶361が太く形成される理由について説明するために、その成長速度について説明する。柱状結晶361は、結晶面の表面エネルギーに異方性を有しているため、各結晶面において成長速度が異なっている。結晶面の表面エネルギーとは、結晶面の安定性を示す物理量であって、この値が大きいと、その結晶面における単位面積当たりの原子間結合数が多いことを示し、その結晶面が原子を吸着する能力が大きいことを示すと考えられている。

【0077】ここで、MgOについての表面エネルギー(相対値)は、

(100)面:1.000

(111)面:1.732

となる。これからも分かるとおり、MgOにおいては(111)面が(100)面に比べて原子を吸着し易いと考えられる。

【0078】ただし実際には、MgO保護層を真空蒸着によって製膜する場合には、結晶に酸素欠陥が発生することを抑制するために、O<sub>2</sub>を含む雰囲気下で結晶成長させているが、このO<sub>2</sub>は、MgO結晶の(111)面に吸着され易く、一旦吸着されるとその(111)面は安定化するとともに表面エネルギーが減少する。その結果、MgOにおける(100)面の表面エネルギーが相対的に増加し、蒸着源として用いているMgOは、MgO結晶の(100)面に吸着され易くなり、その結果(100)面の結晶成長速度が高まる。

【0079】ここで、中間層362の表面上における結

晶核が保護層36の厚み方向に(111)面配向をしていれば、結晶核の(100)面が成長することによって、保護層36の厚み方向と直交する<100>方向へも結晶が成長し、その結果柱状結晶361が太く形成される。したがって、中間層362の表面上に形成される結晶核を保護層36の厚み方向に(111)面配向させることによって、柱状結晶361を太く形成することができる。そのためには、以下の方法を採用することが望ましい。

【0080】MgOは、Na-Cl構造であるため、アモルファスの誘電体膜上に真空蒸着によって形成しようとする、最稠密原子面(100)が誘電体膜面と平行になり、膜の厚み方向に(100)面配向して成長するのが通常である。ところが、結晶基板上にMgOを真空蒸着する場合には、その結晶基板の構造の違いを利用して、MgOの結晶配向面を制御することができる。

【0081】この結晶基板の結晶構造としては、面心立方格子および最密六方格子を挙げることができる。この面心立方格子は、その最稠密原子面が(111)面であり、最密六方格子は、その最稠密原子面が(001)面である。各格子構造においては、それぞれ(111)面、(001)面が基板に対して平行になりやすい性質を持っており、これらの面においては、いずれも原子が正三角形の頂点に配列された構造となっている。

【0082】他方、Na-Cl構造の(111)面においても同様の構造となっており、Na-Cl構造の(111)面は、面心立方格子の(111)面や最密六方格子の(001)面と同じ配列になる。したがって、中間層362を構成する結晶が、その厚み方向において、面心立方格子の(111)面配向、もしくは最密六方格子の(001)面配向となっていれば、Na-Cl構造を有するMgOは容易に(111)面配向したまま結晶成長することができる。

【0083】このようにMgOを(111)面配向させたまま結晶成長させるには、面心立方格子や最密六方格子以外に、閃亜鉛鉱型構造や、ウルツ鉱型構造の2元系化合物、あるいは多元素の混晶化合物も用いることができる。ここで、上記説明してきた保護層(MgO)の結晶成長について一旦まとめる。

【0084】従来のように、アモルファスの誘電体層上にMgOを蒸着する場合、その結晶核は、誘電体層と平行な最稠密原子面(100)面配向したものが比較的多く形成される。その後、O<sub>2</sub>雰囲気中でMgOを製膜すると、(111)のみが選択的に成長し、最終的には成長初期層がデッドレイヤーとなった(111)面配向の膜が得られる。

【0085】一方、本第2の実施の形態のように、誘電体層15上に形成される中間層362をその厚み方向に(111)面配向した結晶で形成すると、それが結晶核としての機能を果たし、その上にMgOを製膜すること

によってデッドレイヤーが形成されない単一配向(111)面の大きな径の柱状結晶361が得られる。この柱状結晶361は、エピタキシャル成長によって形成されるので、中間層362を構成する物質とのミスフィットに関する条件を満たすようにすれば、大きな径の柱状結晶を形成し易い。

【0086】ここで、ミスフィットの求め方について説明する。中間層362を構成する物質に面心立方格子および閃亜鉛鉱型構造を有する結晶を用いる場合には、両者とも面心立方格子に基づく構造であるため、格子定数を最近接原子間隔距離として用い、柱状結晶361とのミスフィットを求めることができる。

【0087】他方、最密六方格子およびウルツ鉱型構造を有する結晶を中間層362に用いる場合、格子定数を $a$ とすると最近接原子間隔距離は、 $a/\sqrt{2}$ となり、これを用いて柱状結晶361とのミスフィットを求めることができる。このミスフィットは、エピタキシーが成立するためには低い値となるほど好ましく、許容量としては15%以内、さらに好ましくは10%以内の値が望まれる。

【0088】ここで、中間層362に用いることができる、面心立方格子、最密六方格子、閃亜鉛鉱型構造、およびウルツ鉱型構造を有する物質を以下に挙げる。図10は、中間層362に用いることができる物質名、およびMgOとのミスフィットの値を示す。同図に示すように、中間層362として用いることができる物質としては、Ag、Al、Au、Be、Cd、Co、Cu、Ga、Hf、In、Ir、Mg、Ni、Os、Pd、Pt、Re、Rh、Tc、Ti、Zn、Zrからなる第一元素群から選択される元素の単体結晶や、上記第一元素群から選択される2以上の元素からなる合金や、上記第一元素群から選択される1以上の元素と、As、N、O、P、S、Sb、Se、Teからなる第二元素群から選択される1以上の元素とからなる化合物結晶等が考えられる。具体的には、面心立方格子を形成するAg、Al、Au、Ca、Ce、Cu、Ir、Ni、Pb、Pd、Pr、Pt、Rh、Sc、Th、Yb、最密六方格子を形成するBe、Cd、Co、Cp、Dy、Er、Gd、Hf、Ho、La、Mg、Nd、Os、Re、Tb、Tc、Ti、Tl、Tm、Y、Zn、Zr、閃亜鉛鉱型を形成するZnS、ZnSe、ZnTe、CdTe、BeS、AlAs、AlP、AlSb、GaAs、GaP、GaSb、InAs、InP、InSb、ウルツ鉱型を形成するZnO、BeO、CdS、CdSe、AlN、GaNなどを挙げることができる。この中で、MgOに対するミスフィットが15%以下の物質に対してアンダーラインを示した、Ag、Al、Au、Cu、Ir、Ni、Pd、Pt、Rh、Cd、Co、Hf、Mg、Os、Re、Tc、Ti、Zn、Zr、ZnO、BeO、AlN、GaN等の物質がエピタキシーの観点か

ら特に中間層362に適していると考えられる。なお、上記中間層362を構成することのできる物質の中から選択される2種類以上の合金あるいは多元素化合物の結晶であっても中間層に適用することができる。

【0089】上述したように、厚み方向に(111)面配向させた中間層362を形成し、その上に保護層36を構成するMgOを蒸着することにより、MgOからなる柱状結晶361が従来に比べて太く形成される。これによって、従来の保護層に比べて保護層36全体における露出面積を低減することができ、水などの不純物が保護層36に吸着される量を抑制することができる。したがって、PDPにおける放電特性の安定化を図ることができる。

【0090】なお、エピタキシャル成長のように、異なる格子定数を有する結晶をヘテロ接合した場合、このヘテロ接合面におけるそれぞれの結晶において、互いに他の格子定数に近づけるように結晶構造に歪みを生じさせることがある。この歪み量は、各結晶の膜厚に依存することがわかっており、結晶構造の変化を吸収できなくなるほどミスフィットが大きくなると、結晶内部には原子の転移が生じる。この転移が生じると、MgOの柱状結晶361は、格子構造が不均一になるが、エネルギー状態が若干変化する程度であり、保護層の機能、すなわち、電子放出性能などにおいてはあまり大きな影響は受けけない。

【0091】また、保護層を形成するときにおいて、真空蒸着時におけるO<sub>2</sub>の分圧が大きくなりすぎると、却って結晶核の成長速度が低下するとともに、核形成密度が増加し、柱状結晶が小さくなったり、粒状結晶になったりする傾向がある。したがって、O<sub>2</sub>の分圧については最適な分圧を選択することが望ましい。

(第3の実施の形態)次に、本発明の一適用例としてのPDPおよびPDP表示装置の第3の実施の形態について説明する。なお、本第3の実施の形態に係るPDPおよびPDP表示装置は、第1の実施の形態において図1、2、3を用いて説明したものと、誘電体層および保護層の構成が異なる以外は略同じ構成であるので、同じ構成については説明を省略する。

【0092】上記第1の実施の形態においては、MgOからなる粒状結晶を形成し、これを加熱処理することによって、その上に形成される柱状結晶の配向面の方向を決定付ける種結晶を形成していたが、この種結晶の代わりに誘電体層の形状を変更することによってその上に形成される柱状結晶の配向面を決定付けるようにしてもよい。

【0093】図11は、本第3の実施の形態に係る前面パネルの要部断面図である。同図に示すように、第3の実施の形態に係る前面パネルは、前面ガラス基板11の一方の主面上に列設された表示電極13および表示スキャン電極14を覆うように誘電体層45が積層され、こ

10

20

30

40

50

の上に保護層46が形成されている。誘電体層45は、上記第1の実施の形態と同様、鉛ガラスなどの非晶質物質からなり、保護層46と接する側の主面において、複数の溝451がストライプ状に並行に列設されている。ここで、溝451は、周期 $W$ : 3800 nm、(溝の幅: 1900 nm)、深さ $H$ : 100 nmとなるように形成されている。この溝によって、誘電体層45上に蒸着される保護層46は、単結晶ライク、すなわち柱状結晶の数が少なく、各柱状結晶の結晶径が大きく形成される。ここで、溝451は、その幅が160~3800 nmの範囲において、保護層46を単結晶ライクに形成できることを確認している。

【0094】保護層46は、MgOからなる柱状結晶461が複数本形成された層であり、基本的には第1の実施の形態のところで述べた柱状結晶161(図3)と同じく、第1および第2の実施の形態における柱状結晶にくらべてもその径が大きく形成されている。これによって、上記第1の実施の形態と同様の理由により、保護層46における不純物の吸着量を従来に比べて抑制することができる。したがって、PDPの放電特性を安定させることができる。

【0095】この柱状結晶461についてX線回折法を用いて解析すると、柱状結晶461は、Na-C1型構造を有するとともに、保護層46の厚み方向において、(100)面配向するようになっている。なお、柱状結晶461を構成する物質として、アルカリ土類金属酸化物、アルカリ土類金属フッ化物、およびこれらの混合物なども用いることができる。

【0096】<前面パネルの形成方法>本第3の実施の形態におけるPDPの製造方法は、上記第1の実施の形態において説明した方法と基本的には同じであり、前面パネルの形成方法のみが異なるので、その形成方法について主に説明する。図12(a)~(d)は、本第3の実施の形態に係る前面パネルの形成方法を示すための前面パネルの各製造段階における要部断面図であり、番号順に製造段階が進行する。なお、前面ガラス基板11上に表示電極13、表示スキャン電極14、および誘電体層15を形成する方法については、上記第1の実施の形態において、図6(a)、(b)を用いて説明した方法と同じ方法であるので説明を省略する。

【0097】前面パネルは、前面ガラス基板11上に列設された表示電極13および表示スキャン電極14を被覆する誘電体層15上に、保護層36を形成することによって作製される。まず、図12(a)に示すように、誘電体層15が形成された基板に対して、図12(b)に示すように、複数の溝451をストライプ状に形成する。この溝451の形成方法としては、化学エッチング法等のエッチングを用いたり、エキシマレーザ法を用いたりして、誘電体層15の一部を溶解・溶融させて溝を形成したり、もしくは先端の尖った針状の切削具を用い

てこれを誘電体層15に押し当ててこれを相対的に移動させ、機械的に誘電体層15表面上の一部を削りとったりする方法がある。

【0098】次に、この溝が形成された基板を加熱し、誘電体層15表面上に真空蒸着法、例えばEB蒸着法を用いて、保護層材料となるMgOを誘電体層15表面全体に付着させる。図13は、本第3の実施の形態に係る前面パネルの要部断面斜視図であり、柱状結晶461については、便宜上一つのみを示している。

【0099】誘電体層45は、それ自体が非晶質物質であるので、図13に示すように、この上に蒸着されるMgOは理論上<100>方向に成長する。このため、凸部452の表面は勿論、溝451の底面および側面においても、各面と略垂直方向に<100>配向しながら成長する。したがって、溝451内部においては、MgOが溝に沿った方向に<001>配向しながら成長し、結果として、溝451に沿って2軸配向した、単結晶ライクな保護層前駆体460(図12)となる。この保護層前駆体460に、さらに蒸着を続けることによって、その厚み方向に(100)面配向した柱状結晶461が得られる。この柱状結晶461の径は、保護層46をほぼ単結晶とみなすことができる程度まで大きくなる。(なお、図11および図12(d)では3つの柱状結晶461が形成された場合を示している。)ここで、保護層前駆体460が、MgO蒸着の初期の段階において、MgOが粒状結晶となっていたりアモルファス層となっていたりしても、第1の実施の形態と同様の加熱装置を用いて酸素を含む減圧雰囲気下で加熱処理を行えば、第1の実施の形態と同様、多結晶化されるとともに、種結晶となる保護層前駆体460の径を従来よりもさらに大きくすることができる。この加熱処理としては、約380 $\mu$ mのスポット径で照射することのできる6~7W程度のアルゴンレーザを用い、これを12 $\mu$ mピッチでずらしながら走査させて、結晶融点 $T$ (K)以上(アモルファス層の場合は2/3 $T$ (K)以上)まで昇温し、これを何回か繰り返す方法が適している。

【0100】そして、最終的に保護層46は、その厚み方向に(100)面配向するとともに、上記各実施の形態よりも大きな径を有する柱状結晶461から形成され、単結晶に近づく。この処理後の保護層前駆体460の結晶性については、電子線回折によって確認することができる。上述したように、この保護層前駆体460を種結晶として、MgOを結晶成長させることによって、図12(d)に示すように、粒状結晶からなるデッドレイヤーが存在することなく、上記各実施の形態よりも太い柱状結晶461が形成された前面パネルを得ることができる。このため、上記各実施の形態と同様の理由により、PDPにおける放電特性を安定化させることができる。

【0101】なお、本第3の実施の形態においては、

(100)面配向した保護層46を形成したが、上記第1、第2の実施の形態においては(111)面配向した保護層が形成されている。このように、保護層の配向面が異なるものが形成されたとしても、放電特性の安定化と言う点では両者ともあまり違いがない。ただし、電子放出性と言う点では、(111)面配向の方が若干優れており、その点では(111)面配向の方が好ましい。誘電体層に溝を形成することによって、(111)面配向の保護層を形成する場合には、溝形状が三角錐となるように形成すれば、保護層の厚み方向に(111)面配向した保護層を形成することができる。

【0102】また、本第3の実施の形態においては、上記第1の実施の形態と同様の理由によって、保護層材料を付着する期間から保護層を形成する期間を通して大気開放しないで処理すること、および加熱処理から保護層形成にかけては前面パネルを室温以上の温度に保持することが好ましい。

#### 【0103】

【発明の効果】本発明に係るPDPは、保護層が、種結晶からなる第1層と、当該第1層における種結晶の上に成長した複数の柱状結晶からなる第2層によって構成されており、前記第1層は、その形成初期に前記誘電体層表面に付着した粒状結晶を複数合体した種結晶、もしくはその形成初期に前記誘電体層に付着したアモルファス層を多結晶化した種結晶からなるので、保護層を形成する柱状結晶が、保護層材料を粒状結晶のままからなる層上に成長させる従来の場合に比べて太いものが形成される。そのため、保護層全体においては露出面積が減り、保護層に吸着される不純物量を減らすことができるので、不純物に起因するPDPの放電特性の変動を安定化させることができる。さらに、粒状結晶がほとんどなく、保護層の緻密度も向上するので、耐スパッタ性にも優れる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係るPDPの前面ガラス基板を取り除いた平面図である。

【図2】図1におけるPDPの一部概略断面斜視図である。

【図3】第1の実施の形態に係るPDP表示装置の構成を示す図である。

【図4】従来のPDPの前面パネルの要部断面図である。

【図5】図2におけるPDPをy軸方向から見た前面パネルの要部断面図である。

【図6】第1の実施の形態に係る前面パネルの各製造段階における要部断面図であり、(a)～(e)の番号順に進行する。

【図7】本発明に係るPDPおよび従来のPDPの駆動時間に対するアドレス電圧をプロットしたグラフである。

【図8】第2の実施の形態に係るPDPにおける前面パネルの要部断面図である。

【図9】第2の実施の形態に係る前面パネルの各製造段階における要部断面図であり、(a)～(c)の番号順に進行する。

【図10】中間層に用いることができる物質の格子定数およびMgOに対するミスフィットを計算した値を表にしたものである。

【図11】第3の実施の形態に係るPDPにおける前面パネルの要部断面図である。

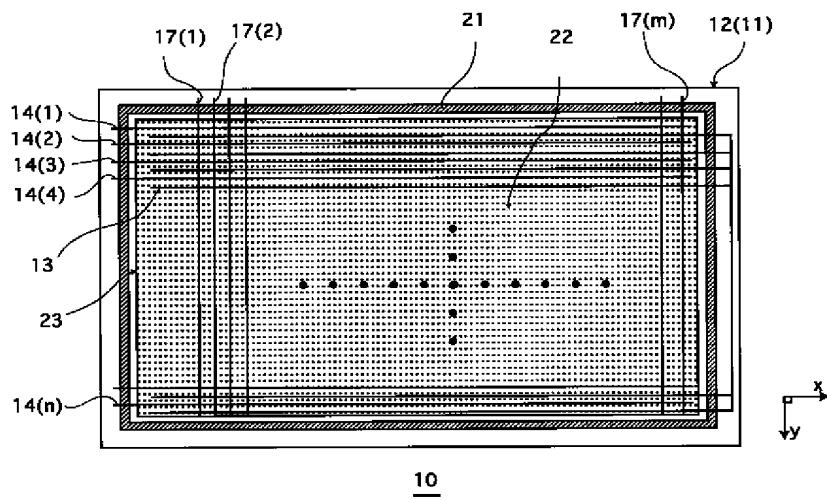
【図12】第3の実施の形態に係る前面パネルの各製造段階における要部断面図であり、(a)～(d)の番号順に進行する。

【図13】第3の実施の形態に係る前面パネルを模式的に示した要部断面斜視図である。

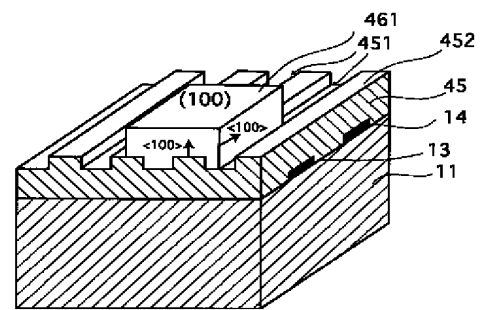
#### 【符号の説明】

10	PDP
11	前面ガラス基板
12	背面ガラス基板
13	表示電極
14	表示スキャン電極
15	誘電体層
16	保護層
17	アドレス電極
18	下地誘電体層
19	隔壁
20	蛍光体層
21	気密シール層
22	放電空間
30	PDP駆動装置
31	表示ドライバ回路
32	表示スキャンドライバ回路
33	アドレスドライバ回路
34	コントローラ
40	PDP表示装置
161	柱状結晶
162	粒状結晶
163	種結晶

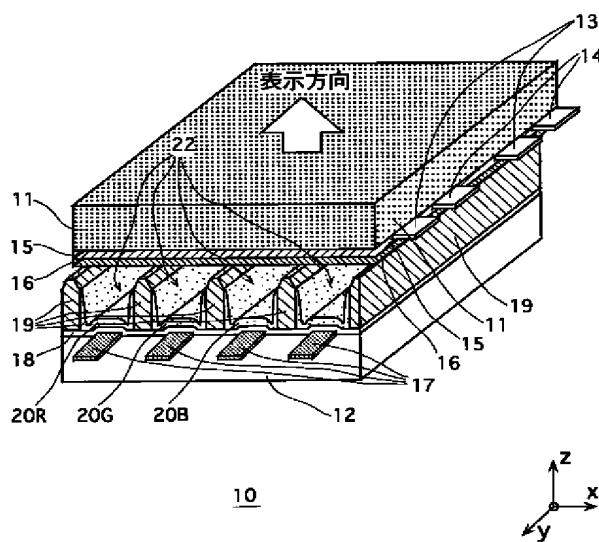
【図1】



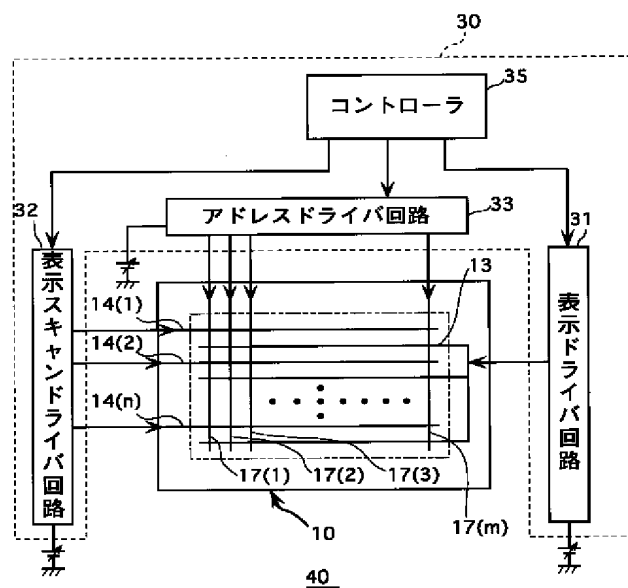
【図13】



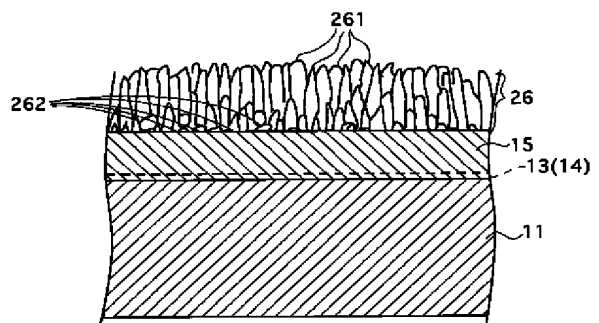
【図2】



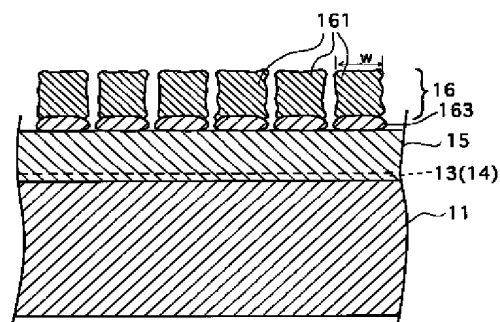
【図3】



【図4】

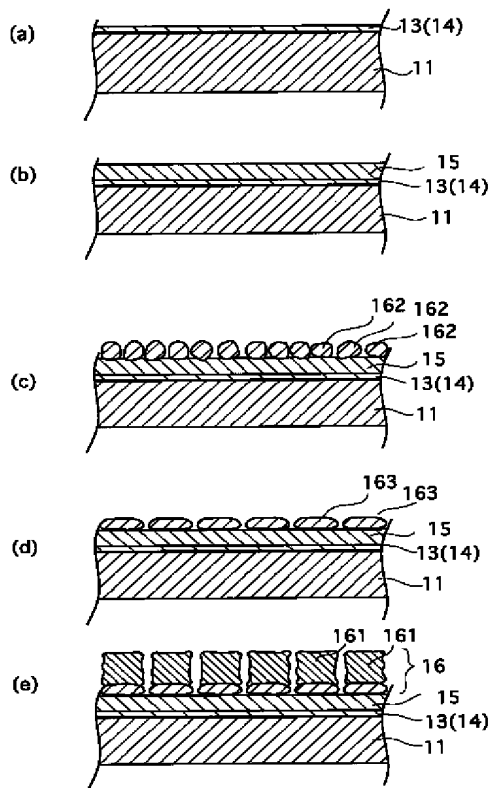


【図5】

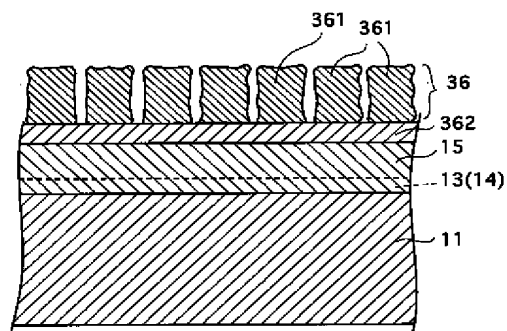




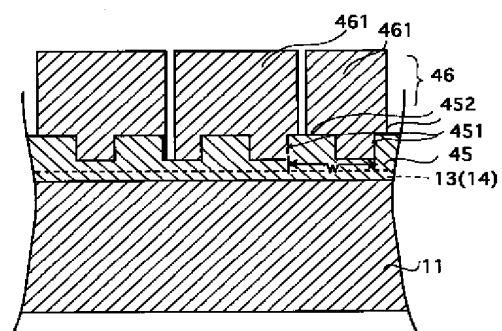
【図6】



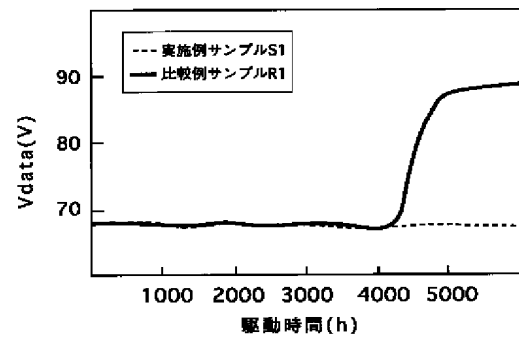
【図8】



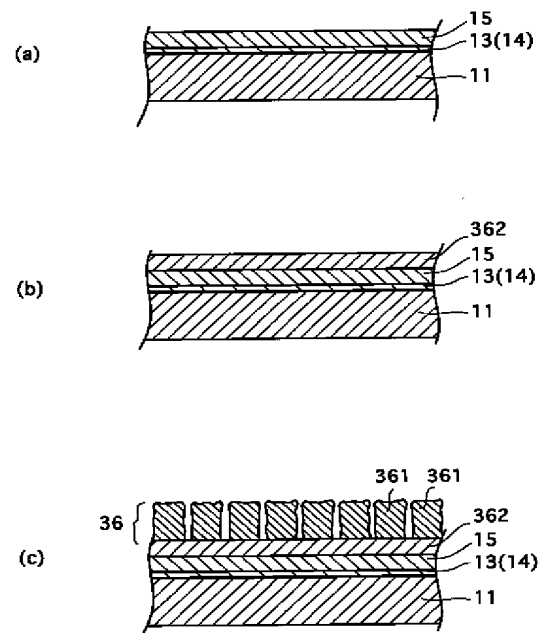
【図11】



【図7】



【図9】



【図10】

面心立方格子		MgO：格子定数4.023×10 <sup>-1</sup> nm、最近接原子間距離2.845×10 <sup>-1</sup> nm																	
物質名		Ag	Al	Au	Ca	Ce	Cu	Fe	Ni	Pb	Pd	Pr	Pt	Rh	Sc	Th	Yb		
格子定数(*10 <sup>-1</sup> nm)		4.086	4.050	4.078	5.570	5.150	3.615	3.839	3.524	4.950	3.890	5.151	3.924	3.804	6.060	5.084	5.479		
最近接原子間距離(*10 <sup>-1</sup> nm)		2.889	2.864	2.884	3.939	3.642	2.556	2.715	2.492	3.500	2.751	3.642	2.775	2.690	4.285	3.595	3.874		
ミスフィット(%)		2	1	1	28	22	11	5	14	19	3	22	3	6	34	21	27		

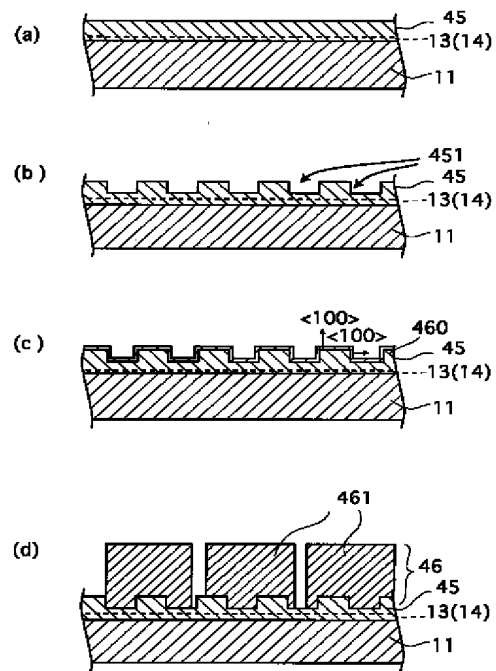
最密六方格子																	
物質名		Be	Cd	Co	Cp	Dy	Er	Gd	Hf	Ho	La	Mg	Nd	Os	Ra	Td	Tc
格子定数(*10 <sup>-1</sup> nm)		2.281	2.974	2.507	3.509	3.578	3.532	3.662	3.195	3.557	3.754	3.203	3.650	2.730	2.755	3.585	2.735
ミスフィット(%)		25	4	13	19	20	19	22	11	20	24	11	22	4	3	21	4

物質名		Ir	Tl	Tm	Y	Zn	Zr
格子定数(*10 <sup>-1</sup> nm)		2.953	3.450	3.523	3.663	2.659	3.229
ミスフィット(%)		4	18	19	22	7	12

閃亜鉛鉱型		ZnS	ZnSe	ZnTe	CdTe	BeS	AlAs	AlP	AlSb	GaAs	GaP	GaSb	InAs	InP	InSb
物質名															
格子定数(*10 <sup>-1</sup> nm)		5.406	5.667	6.101	6.477	4.860	5.660	5.462	6.135	5.653	5.450	6.095	6.058	5.869	6.479
最近接原子間距離(*10 <sup>-1</sup> nm)		3.823	4.007	4.314	4.580	3.437	4.002	3.862	4.338	3.997	3.854	4.310	4.284	4.150	4.581
ミスフィット(%)		26	29	34	38	17	29	26	34	29	26	34	34	31	38

ウルツ鉱型		ZnO	BeO	CdS	CdSe	AlN	GaN
物質名							
格子定数(*10 <sup>-1</sup> nm)		3.250	2.660	4.136	4.299	3.104	3.180
ミスフィット(%)		12	7	31	34	8	11

【図12】




---

フロントページの続き

(72)発明者 塩川 晃  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内

Fターム(参考) 5C027 AA05  
 5C040 FA01 FA04 GB03 GB14 GE07  
 GE08 GE09

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]Especially this invention relates to the art which improves the discharge characteristic about a plasma display panel, a manufacturing method for the same, and a plasma display panel display.

[0002]

[Description of the Prior Art]In the colored presentation device used for image display, such as a computer and television, in recent years, The plasma display panel (Plasma Display Panel and henceforth [ "PDP" ]) attracts attention as a display device which can realize a thin panel. In order to have the feature which was excellent in high speed response nature, a high angle of visibility, etc. especially, development turned to the spread in each company or a research institution is performed actively.

[0003]In such PDP, the placed opposite of the front glass board and rear glass substrate in which the electrodes of two or more line form are installed successively is carried out so that the electrode of each substrate may intersect perpendicularly via a gap material, and it has the composition that discharge gas was enclosed in the space between each substrate. The wrap dielectric layer is covered in each electrode by the front glass board in the rear glass substrate and the field of the side which counters.

The protective layer which furthermore consists of MgO(s) on this dielectric layer is covered.

[0004]At the time of the drive of PDP, maintenance discharge is performed by inter-electrode [ which the front glass board in the cell which formed the electric charge in the protective layer surface of a cell to turn on, and in which the electric charge was formed adjoins ] by performing address discharge in inter-electrode [ of a front glass board and a rear glass substrate ]. The

protective layer in which an electric charge is formed of this address discharge plays the role which protects a dielectric layer and an electrode from the ion bombardment (sputtering) produced at the time of address discharge and maintenance discharge, and the role of what is called a memory function that emits a secondary electron at the time of address discharge, and holds an electric charge. Therefore, the magnesium oxide (MgO) a protective layer excels [ magnesium oxide ] in weld slag-proof nature and secondary-electron-emission nature is generally used.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, in PDP in recent years, the demand to reinforcement is increasing and the art (JP,10-106441,A) which vapor-deposits a protective layer as art corresponding to this demand in the atmosphere containing a steam is indicated. According to this art, to that thickness direction, since the field which is excellent in weld slag-proof nature (110) serves as a film which carried out orientation, the formed protective layer can delete the protective layer by weld slag, and <110> orientation, i.e., the thickness direction of a protective layer, also has few directions, and it can extend the life-span of [ PDP ] in it.

[0006]However, in the above-mentioned conventional technology, since the steam is contained in the atmosphere at the time of protective layer vacuum evaporation, a possibility that water will be incorporated into the protective layer formed is large. Therefore, since the water which is an impurity is gradually emitted from the protective layer which can be deleted with the driving time of PDP, the discharge characteristic of PDP is changed with driving time, and is considered to be hard to stabilize a discharge characteristic.

[0007]An object of this invention is to provide PDP where the discharge characteristic to driving time is stabilized compared with the former and which is excellent also in weld slag-proof nature, a manufacturing method for the same, and the PDP display using the PDP concerned in view of an aforementioned problem.

[0008]

[Means for Solving the Problem]In order to attain the above-mentioned purpose, PDP concerning this invention, While the placed opposite of the 1st panel and the 2nd panel is carried out via a gap material and two or more electrodes are installed successively by either said 1st panel or the 2nd panel, As two or more electrodes concerned are covered, a dielectric layer and a protective layer are the plasma display panels laminated in order, and said protective layer, It is constituted by the 1st layer that consists of seed crystals, and the 2nd layer that consists of two or more columnar crystals grown-up on a seed crystal in the 1st layer concerned, and said 1st layer, It is characterized by consisting of a seed crystal which united the granular crystal which adhered to said dielectric layer surface in early stages of formation, or a seed crystal which polycrystal-ized the amorphous layer which adhered to said dielectric layer in early stages of formation.

[0009]Since according to this a thick thing is formed compared with a case of the former into which a columnar crystal which forms a protective layer grows up a charge of a protective layer material on a layer which consists of as [ granular crystal ] and an exposure area decreases in the whole protective layer, impurity quantity with which a protective layer is adsorbed can be reduced. Therefore, change of the discharge characteristic of PDP resulting from an impurity can be stabilized. Since there is almost no granular crystal and the degree of precision of a protective layer also improves, it excels also in weld slag-proof nature.

[0010]This protective layer An alkali earth metal oxide, alkaline earth metal fluoride, Or these mixtures can be used, it is desirable to constitute from MgO which is excellent in electron emission nature and weld slag-proof nature especially, and if a columnar crystal which constitutes this protective layer is carrying out plane orientation (111) to that thickness direction, it is excellent in electron emission nature. A plasma display panel concerning this invention, While the placed opposite of the 1st panel and the 2nd panel is carried out via a gap material and two or more electrodes are installed successively by either said 1st panel or the 2nd panel, It is the plasma display panel which a dielectric layer was laminated so that two or more electrodes concerned might be covered, and was matched with a protective layer above the dielectric layer concerned, and is characterized by allotting an interlayer who becomes a substrate with which a columnar crystal which constitutes said protective layer grows between said dielectric layer and a protective layer.

[0011]Since a columnar crystal thicker than before is formed on an interlayer according to this, an exposure area in the whole protective layer can be decreased, and the amount of adsorption of an impurity can be reduced conventionally. Therefore, change of the discharge characteristic of PDP resulting from an impurity can be stabilized. If said interlayer has one crystal structure of face centered cubic structure, the maximum hexagonal closed packed, wurtzite type structure, and zincblende structure, compared with the former, it will become easy to make thick a columnar crystal of a protective layer formed on this here.

[0012]As a substance which specifically constitutes said interlayer, Ag, aluminum, Au, Be, Cd, Co, Cu, Ga, Hf, In, Ir, A simple substance crystal of an element chosen from the first element group that consists of Mg, nickel, Os, Pd, Pt, Re, Rh, Tc, Ti, Zn, and Zr, Or either of the compound crystals which consist of one or more elements chosen from a secondary-elements group which consists of an alloy which consists of two or more elements chosen from said first element group and one or more elements chosen from said first element group, As and N, O, P, S, Sb, Se, and Te can be used.

[0013]It is preferred that misfit of a substance which constitutes this, and a substance which constitutes said protective layer is 15% or less as the optimal interlayer for making a columnar crystal thick. Here, if a columnar crystal which constitutes said protective layer is MgO which carried out plane orientation (111) to a thickness direction of the layer, it will serve as a

protective layer excellent in electron emission nature. A plasma display panel concerning this invention, While the placed opposite of the 1st panel and the 2nd panel is carried out via a gap material and two or more electrodes are installed successively by either said 1st panel or the 2nd panel, A slot for said dielectric layer to grow up [ as two or more electrodes concerned are covered, a dielectric layer and a protective layer are the plasma display panels laminated in order, and ] the protective layer concerned in the shape of a single crystal in the principal surface by the side of said protective layer is made.

[0014]According to this, a columnar crystal in which a protective layer constitutes the shape of a single crystal, i.e., a protective layer, is thick compared with the former, therefore quantity in which a protective layer is adsorbed in an impurity can decrease compared with the former, and the discharge characteristic of PDP can be stabilized. Actually, by installing said slots successively in parallel with stripe shape, the whole protective layer can be close brought in the shape of a single crystal, and it is checking that a protective layer becomes single crystal-like at within the limits whose width of a slot is 160-3800 nm.

[0015]Here, said protective layer has preferred MgO which is excellent in the thickness direction at electron emission nature and weld slag-proof nature as a field (100) or (111) a substance which carries out plane orientation, is formed and constitutes this. In a PDP display using PDP which was mentioned above, while excelling in weld slag-proof nature, a discharge characteristic is stable.

[0016]A manufacturing method of a plasma display panel concerning this invention this invention, The 1st process of forming an electrode on a substrate, and the 2nd process of forming a dielectric layer so that an electrode top formed in said 1st process may be covered, A manufacturing method of a plasma display panel which has the panel formation process provided with the 3rd process of forming a protective layer which covers a dielectric layer formed in said 2nd process is characterized by comprising:

A charge adhesion step of a protective layer material to which said 3rd process makes a charge of a protective layer material adhere on said dielectric layer.

A heat-treatment step which heat-treats a charge of a protective layer material to which it adhered in said charge adhesion step of a protective layer material, and forms a seed crystal.

A protective layer formation step which grows up a charge of a protective layer material on a seed crystal formed in said heat-treatment step.

[0017]Since MgO generally used for a protective layer has a Na-Cl type crystal structure with a strong material of ionic crystal nature, when forming on an amorphous dielectric layer, the surface should carry out theory top (100) plane orientation of it. However, plane orientation (111) of the actual protective layer surface is carried out, and it is thought that an orientation surface is changing with a certain influences. Therefore, in a columnar crystal of MgO, it may

have a crystal defect accompanying discontinuity of orientation, thickness of a columnar crystal does not become thick easily, surface area tends to become large, and quantity which adsorbs impurity gas tends to increase.

[0018]However, since an exposure area of a columnar crystal can be reduced since thickness of a columnar crystal can be made thick compared with the former according to the above-mentioned manufacturing method, and quantity of an impurity which sticks to a protective layer can be reduced, the discharge characteristic of PDP can be stabilized. Here, if that to which it adhered in said charge adhesion step of a protective layer material is a granular crystal and it will be made to heat to temperature (K) more than the melting point T of the granular crystal concerned (K), said heat-treatment step can make two or more granular crystals able to unite, and can make thickness of a columnar crystal thick. What is necessary is just to heat at a comparatively low temperature, in order to crystallize at temperature (K) of  $2/3$  or more of crystalline melting point [ of the substance concerned ] T (K), when an amorphous layer adheres in a charge adhesion step of a protective layer material.

[0019]Concretely, it irradiates with said heat-treatment step, scanning an energy beam ejected from either a laser irradiation apparatus, a lamp radiation device and an ion irradiation apparatus in said charge of a protective layer material, and it can be heat-treated. Here, said heat-treatment step can control that an oxygen deficiency occurs in a protective layer, if it is made to carry out under a decompressed atmosphere containing oxygen.

[0020]Here a period which lets said heat-treatment step pass from said charge adhesion step of a protective layer material, If it is made to process without processing without carrying out atmosphere release, or carrying out atmosphere release of the period which lets said protective layer formation step pass from said heat-treatment step, adhesion of impurities, such as moisture, can be controlled at the time of protective layer formation, and the discharge characteristic of PDP can be stabilized. Since the surface of a charge of a protective layer material to which it adhered by performing a charge adhesion step of a protective layer material and a heat-treatment step in parallel can be held in the activity state, a size of a seed crystal can be enlarged easily. Since it will be easy to carry out epitaxy and the crystallinity of a protective layer will improve if it shifts to a protective layer formation step while a seed crystal has been in an activity state at a heat-treatment step, it is preferred to hold a seed crystal to temperature beyond a room temperature.

[0021]A manufacturing method of a PURAZU display concerning this invention, The 1st process of forming an electrode on a substrate, and the 2nd process of forming a dielectric layer so that an electrode top formed in said 1st process may be covered, It is a manufacturing method of a plasma display panel which has the panel formation process provided with the 3rd process of forming a protective layer above a dielectric layer formed in said 2nd process, Said panel formation process is provided with the 4th process of covering an interlayer who



becomes a substrate which grows up said charge of a protective layer material in the shape of a columnar crystal on said dielectric layer between said 2nd process and the 3rd process.

[0022]According to this, without performing the above heat-treatment, a columnar crystal of a protective layer can be made thick compared with the former, and the discharge characteristic of PDP can be stabilized. In said 3rd process, if it is made to make a charge of a protective layer material vapor-deposit under a decompressed atmosphere containing oxygen, it will become easy to form here thickness of a columnar crystal which constitutes a protective layer thickly. In addition, in the 4th process, it is preferred to cover said interlayer under a decompressed atmosphere, and the bottom of a decompressed atmosphere which contains  $O_2$  or  $N_2$  depending on an interlayer's material is sometimes desirable.

[0023]If it is made to process without carrying out atmosphere release, the period until said 3rd process is completed from said 4th process can control adhesion of impurities, such as moisture, at the time of protective layer formation, and can stabilize the discharge characteristic of PDP. A manufacturing method of a plasma display panel which requires this invention for this invention, So that an electrode top formed in the 1st process of forming an electrode on a substrate, and said 1st process may be covered, A manufacturing method of a plasma display panel which has the panel formation process provided with the 2nd process of forming a dielectric layer, and the 3rd process of forming a protective layer which covers a dielectric layer formed in said 2nd process is characterized by comprising:

A dielectric layer covering step with which said 2nd process covers a dielectric layer on an electrode formed in said 1st process.

A slot assemblage step which makes a slot for growing up a charge of a protective layer material covered in said 3rd process by the dielectric layer surface covered in said dielectric layer covering step in the shape of a single crystal.

[0024]Since impurity quantity of a protective layer adsorbed decreases while an exposure area of a protective layer decreases compared with the former, since a protective layer can be formed in the shape of a single crystal according to this, the discharge characteristic of a plasma display panel can be stabilized. In order to form a slot in a dielectric layer concretely, in said slot assemblage step, a slot can be made using the mechanical cutting method, a chemical etching method, or the excimer laser method.

[0025]A charge adhesion step of a protective layer material to which said 3rd process makes two or more granular crystals or amorphous layers which consist of a charge of a protective layer material on said dielectric layer adhere, A granular crystal or an amorphous layer to which it adhered in said charge adhesion step of a protective layer material is heated, If it is made for a granular crystal or an amorphous layer which united in a heat-treatment step which makes two or more granular crystals unite, and said heat-treatment step to have a protective

layer formation step which grows up a charge of a protective layer material on a polycrystallized crystal, Furthermore, a protective layer can be formed like a single crystal.

[0026]What is necessary is for beyond the crystalline melting point  $T$  concerned (K) just to heat said heat-treatment step to temperature (K) of  $2/3$  or more of melting point [ of the substance concerned ]  $T$  (K) in the case of an amorphous layer, when that to which it adhered in said charge adhesion step of a protective layer material is a granular crystal. Specifically, said heat-treatment step can be heat-treated by irradiating said charge of a protective layer material with an energy beam emitted from either a laser irradiation apparatus, a lamp radiation device and an ion irradiation apparatus.

[0027]Here, said heat-treatment step can control generating of an oxygen deficiency in a protective layer, if it is made to carry out under a decompressed atmosphere containing oxygen. Since the surface of a charge of a protective layer material to which it adhered by performing a charge adhesion step of a protective layer material and a heat-treatment step in parallel can be held in the activity state, a size of a seed crystal can be enlarged easily.

[0028]If atmosphere release of the period which lets said protective layer formation step pass from said heat-treatment step is not carried out or it processes under a decompressed atmosphere, it can control adhesion of impurities, such as moisture, at the time of protective layer formation, and can stabilize the discharge characteristic of PDP. Since impurity quantity with which a protective layer is adsorbed can be further reduced if it processes without carrying out atmosphere release in a period which let said protective layer formation step pass from said charge adhesion step of a protective layer material, the discharge characteristic of PDP is further stable.

[0029]Since it will be easy to carry out epitaxy and the crystallinity of a protective layer will improve if it shifts to a protective layer formation step while a seed crystal has been in an activity state at a heat-treatment step, it is preferred to hold a seed crystal to temperature beyond a room temperature.

[0030]

[Embodiment of the Invention](A 1st embodiment) PDP and the PDP display concerning a 1st embodiment are explained, referring to drawings.

<Composition of PDP10> drawing 1 is the outline top view which removed the front glass board 11 in PDP10, and drawing 2 is a partial section perspective view of PDP10. In order to make it intelligible about the number of the display electrode 13, the display scan electrode 14, and the address electrode 17 in drawing 1, a part is omitted and it is illustrating. The structure of PDP10 is explained referring to both figures.

[0031]As shown in drawing 1, PDP10 The front glass board 11 (un-illustrating), It has the rear glass substrate 12, the display electrode 13 of  $n$  book, the display scan electrode 14 of  $n$  book, the address electrode 17 of  $m$  book, the hermetic-seal layer 21 shown with a slash, etc., It is

constituted so that each electrodes 13, 14, and 17 may form the electrode matrix of 3 electrode structures and a cell may be formed in the intersection of the display electrode 13 and the display scan electrode 14, and the address electrode 17.

[0032]The front glass board 11 as the front panel and the rear glass substrate 12 as a back panel are mutually allocated in parallel via the septum 19 currently installed successively by stripe shape, and this PDP10 is constituted, as shown in drawing 2. The front panel equips one principal surface of the front glass board 11 with the display electrode 13, the display scan electrode 14, the dielectric layer 15, and the protective layer 16.

[0033]On the front glass board 11, the display electrode 13 and the display scan electrode 14 are located in a line alternation and in parallel, are allocated by stripe shape, and are an electrode which both consists of conductive substances, such as silver. The dielectric layer 15 is formed so that the front glass board 11 and each electrodes 13 and 14 may be covered, and it is a layer which consists of glass of lead etc.

[0034]The protective layer 16 is covered on the dielectric layer 15 surface, and consists of magnesium oxide (MgO) which carried out plane orientation (111) to the thickness direction of the layer which is excellent in secondary-electron-emission nature and weld slag-proof nature. As a substance which constitutes this protective layer 16, it is an oxide of the alkaline-earth metals (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) which have electron emission nature, fluorides, or these mixtures, and it can be used if a crystal is formed.

[0035]On the other hand, the address electrode 17, the ground dielectric layer 18, the septum 19, the fluorescent substance layer 20R, G, and B are allotted on the 1 principal surface of the rear glass substrate 12 in the back panel. The address electrodes 17 are installed successively in parallel on the rear glass substrate 12, and are electrodes which consist of conductive substances, such as silver. The ground dielectric layer 18 is a layer which consists of dielectric glass which is formed so that the address electrode 17 may be covered, for example, contains titanium oxide, and has the function to reflect the visible light generated in each fluorescent substance layer 20R, G, and B, and a function as a dielectric layer.

[0036]On the surface of the ground dielectric layer 18, the septa 19 are installed successively in parallel with the address electrode 17. Each fluorescent substance layer 20R, G, and B are formed in the crevice between this septum 19 and the septum 19, and the side attachment wall of the septum 19 in order. The fluorescent substance layer 20R, G, and B are the layers with which the fluorescent substance particle which emits light bound red (R) green (G) blue (B), respectively.

[0037]PDP10, while the above-mentioned front panel and a back panel are stuck, the circumference of a panel is sealed by the hermetic-seal layer 21, It has the composition that discharge gas (for example, neon 95vol% and xenon 5vol% of mixed gas) was enclosed by the predetermined pressure (for example, about 66.5 kPa) in the discharge space 22 formed

between them.

[0038]Drawing 3 is a figure showing the composition of PDP display 40. PDP display 40 is provided with PDP10 and the PDP drive 30, and has the composition in which PDP10 was connected to the PDP drive 30. The PDP drive 30 is provided with the following.

The display driver circuit 31 which drives this while being connected to the display electrode 13 of PDP10.

The display scan driver circuit 32 which drives this while being connected to the display scan electrode 14.

The address driver circuit 33 which drives this while being connected to the address electrode 17, and the controller 34 which controls the drive of each driver circuits 31, 32, and 33.

[0039]By impressing the voltage more than firing potential to the display scan electrode 14 and the address electrode 17 in the cell which you are going to make it turn on according to control of the controller 34 at the time of the drive of PDP display 40, After performing address discharge by inter-electrode [ the ] and collecting wall charge, in the cell in which wall charge accumulated, maintenance discharge is performed by bundling up to the display electrode 13 and the display scan electrode 14, and impressing pulse voltage. At the time of this maintenance discharge, ultraviolet rays occur from the discharge gas in the discharge space 22 (drawing 2), and when each fluorescent substance layers 20R, 20G, and 20B (drawing 2) excited by these ultraviolet rays emit light, a cell lights up. A picture can be displayed with the combination of lighting of each of this color cell, and astigmatism light.

[0040]Before explaining the protective layer of the front panel characteristic of <composition of the front panel> (the conventional front panel) this invention, the structure of the protective layer of the conventional front panel is explained. Drawing 4 is an important section sectional view of the conventional front panel. This conventional front panel is constituting the approximately said appearance as the front panel explained using above-mentioned drawing 1 - drawing 3, and since it is only that the structures of the protective layer 26 differ, it omits explanation about what attached the same number.

[0041]As shown in the figure, the dielectric layer 15 is laminated so that the conventional front panel may cover the display electrode 13 and the display scan electrode 14 which were installed successively on the front glass board 11, and the protective layer 26 which consists of MgO(s) is formed on it. The protective layer 26 comprises a layer which consists of the columnar crystal 261 (about 15 nm in width) perpendicularly extended to the dielectric layer 15 surface, and a layer which consists of the granular crystal 262 adhering to the dielectric layer 15 surface, and is formed by covering MgO with a vacuum deposition method on the dielectric layer 15. Since it does not grow thickly since this columnar crystal 261 grew on the granular crystal 262 called what is called a dead layer, and it is exposed by existence of the granular

crystal 262, it is thought that the exposure area in each columnar crystal 261 becomes comparatively large. Therefore, the probability that impurities, such as moisture, adsorb in the exposed surface of the columnar crystal 261 is high, and the protective layer 26 has composition which is easy to contain impurities, such as moisture.

[0042]This impurity gas, especially moisture have an adverse effect on the discharge characteristic of PDP. Namely, at the time of the drive of PDP, impurities, such as water, are gradually emitted from the crystal interface of the protective layer 26 activated by the weld slag of plasma, It becomes easy to generate the cell which is not turned on even if voltage required for address discharge increases and it performs an address as moisture increases into discharge space. Therefore, it is thought that a discharge characteristic becomes difficult to be stabilized in PDP.

[0043]Since this discharge characteristic is raised, while enlarging the particle diameter of the columnar crystal 261, the method which to make the exposure area of the columnar crystal 261 small is desired, therefore raises the temperature of the front panel at the time of vacuum evaporation can be considered by controlling generating of the granular crystal 262. However, if there will be a limit also in enlarging the particle diameter of a columnar crystal, and a granular crystal cannot be thoroughly lost by this method and also front panel temperature is made too much high at not less than 350 \*\*, while becoming difficult to obtain the protective layer of a stoichiometrical presentation, Since a layer with many oxygen deficiencies is formed, in a Prior art, it is difficult to stabilize the discharge characteristic of PDP.

[0044]It is thought that the protective layer 26 has a small path of the columnar crystal 261, and it is inferior to weld slag-proof nature since the degree of precision will become small in the protective layer 26 if the granular crystal 262 exists, and it is thought that there is still room of the improvement.

The composition of (the front panel of this embodiment), next the front panel characteristic of PDP concerning this embodiment is explained.

[0045]Drawing 5 is an important section sectional view of the front panel concerning this embodiment. As shown in the figure, the dielectric layer 15 is laminated so that the display electrode 13 and the display scan electrode 14 which were installed successively on one principal surface of the front glass board 11 may be covered on the front panel, and the protective layer 16 is formed on this. The protective layer 16 consists of a layer which consists of the seed crystal 163, and a layer in which two or more columnar crystals 161 (plane orientation (111) is carried out to the thickness direction of the protective layer 16.) perpendicularly extended to the dielectric layer 15 surface by making this into a substrate were formed, The dead layer which consists of a granular crystal looked at by the conventional protective layer is not formed.

[0046]Here, the seed crystal 163 has played the role of the substrate for urging the crystal

orientation of the columnar crystal 161 allocated on it, since the seed crystal 163 and the columnar crystal 161 comprise same MgO, it cannot distinguish it easily, but it is formed by a thickness of about 200 nm. On the other hand, the width W of this columnar crystal 161 is thick about 2 to 3 or more times as compared with about 30-45 nm and the conventional columnar crystal (15 nm). By this, the exposure area in the protective layer 16 decreases compared with the conventional protective layer 26 (drawing 4). Since 262 (drawing 4) does not exist, also in the area to which the columnar crystal 161 is exposed, granular crystals like before decrease in number. Therefore, the quantity of the impurity by which the protective layer 16 is adsorbed also decreases compared with the former. Therefore, as for PDP in this embodiment, since the impurity quantity emitted at the time of maintenance discharge also falls compared with the former, a discharge characteristic is also stabilized. Since a dead layer is not formed but the columnar crystal 161 is also formed thickly, the degree of precision in the protective layer 16 also improves, and weld slag-proof nature also improves.

[0047]<The manufacturing method of PDP10>, next the manufacturing method of PDP10 mentioned above are explained. First, an example of the manufacturing method of the front panel is explained using drawing 6 (a) - (e). Drawing 6 (a) - (e) is an important section sectional view of the front panel in each manufacturing stage, and advances to a numerical order.

[0048]\*\* After forming the n display electrodes 13 each and the display scan electrode 14 in stripe shape alternation and in parallel first on the front glass board 11, the production front panel of the front panel covers an it top with the dielectric layer 15, and is produced by forming the protective layer 16 in the surface further.

[0049]The display electrode 13 and the display scan electrode 14 are electrodes which consist of silver, respectively, for example, and screen-stencil forms the silver paste for electrodes, as by calcinating shows it to drawing 6 (a), after setting a predetermined interval (for example, about 80 micrometers) and applying it on the front glass board 11. Next, by calcinating the paste containing the lead oxide (PbO) used as the dielectric layer 15 after spreading and desiccation using screen printing, a dielectric layer as shown in drawing 6 (b) is formed so that thickness may be set to about 20 micrometers.

[0050]Next, in this embodiment, the formation method of the characteristic protective layer 16 is explained. A vacuum deposition method, for example, EB vacuum deposition, is used on the dielectric layer 15 surface, and the granular crystal 162 which consists of a charge of a protective layer material is made to adhere, as shown in drawing 6 (c) until it becomes a thickness of 200 nm. In such a vacuum evaporation initial stage, since the substance which forms a protective layer on the dielectric layer 15 surface adheres to the dielectric layer 15 surface or separates, only the small crystal of a path like the granular crystal 162 can be formed. Although it does not illustrate here, the granular crystal 162 is not formed, but it is

amorphous or a stratified thing may be formed.

[0051]Next, it heat-treats, without carrying out atmosphere release of this to the granular crystal 162 by which the tunic was carried out in this way, in order to prevent adhesion of moisture etc. Granular crystal 162 comrades which adjoin by this unite, and as shown in drawing 6 (d), two or more seed crystals 163 which have a bigger path than the granular crystal 162 are formed. When the above-mentioned amorphous layer is formed, polycrystallization takes place by heat-treatment, and it is formed in the state where two or more seed crystals exist in the field of this layer. In this heat-treatment, for example Laser irradiation apparatus, such as argon laser, It is preferred to use the method of irradiating with and heating, converging the energy beam emitted from these using heat lamp irradiation equipment or an ion irradiation apparatus, and moving this relatively to the front panel. If the whole front panel is heated to about 1273K, a front glass board may be distorted, but it is because it is hard to generate such a problem and can process with little energy, if it heats in spot.

[0052]This heat-treatment is explained briefly. If the granular crystal 162 surface is irradiated with laser etc., the electron of high energy and an electron hole will be generated by the granular crystal 162, or lattice vibration will be excited. This electron and an electron hole lose and recombine energy, emitting a phonon. In this process, while a rise in heat happens and fusing the granular crystal 162, it unites with the adjoining granular crystal 162, and if the exposure of a laser beam is stopped, recrystallization will be started. The seed crystal 163 which two or more granular crystals 162 united, and the crystal diameter expanded by this recrystallization is formed, and this seed crystal 163 comes to have the MgO single crystal structure which carried out plane orientation (111) to the thickness direction of the protective layer 16.

[0053]In performing this heat-treatment to the granular crystal 162, It is preferred to use the pulse laser which can irradiate with the laser of a short time (ns order) which is heat-treating at a high temperature more than 1273 (K) which is a crystalline melting point of the substance concerned, therefore can raise the speed of advance of an elevated temperature and recrystallization as a source of heating. Since it can fuse at a temperature (temperature more than  $2/3T$  (K)) lower than the crystalline melting point  $T$  (K) of the substance concerned when heat-treating to the above-mentioned amorphous layer, it can process at a lower temperature.

[0054]If the quantity of heat which will be absorbed by gas here if it heat-treats under a decompressed atmosphere is stopped low and it heat-treats further under the decompressed atmosphere containing oxygen, while an oxygen deficiency will decrease, In order to form selectively what was recrystallized in the plane orientation which is excellent in electron emission nature (111), heat-treating on the condition is preferred. Since it will be heat-treated while the surface of the charge of a protective layer material to which it adhered has been in an

activity state if processing which makes the charge of a protective layer material adhere on the dielectric layer 15 surface, and heat-treatment are performed in parallel, it is thought that a treatment effect increases.

[0055] Thus, since the seed crystal 163 is the single crystal which carried out plane orientation, the crystal growth (plane orientation (111) is carried out to the thickness direction of the protective layer 16.) which used this crystal as the substrate also happens easily. Therefore, the columnar crystal 161 grown-up more thickly than the conventional columnar crystal 261 (drawing 4) is obtained, without a granular crystal remaining, as by vapor-depositing until it uses a vacuum deposition method again and the thickness of the protective layer 16 whole is set to 1000 nm on the seed crystal 163 shows to drawing 6 (e). In order to make crystal growth easy to start by holding the active state of the seed crystal 163 after heat-treatment here, it is preferred to hold the front panel in which the seed crystal 163 was formed beyond a room temperature.

[0056] When using each above-mentioned vacuum deposition method, it is preferred to carry out under the decompressed atmosphere containing oxygen. If oxygen is contained in atmosphere, generating of an oxygen deficiency can be controlled in the crystal structure of the substance vapor-deposited. In the period which lets these periods the period which lets EB vacuum evaporation pass from heat-treatment during the period which lets heat-treatment pass from EB vacuum evaporation to which a granular crystal is made to adhere, and at large pass, If it is made to process, without carrying out atmosphere release of the front panel, in the point referred to as being able to control that the protective layer 16 is adsorbed and stabilizing the discharge characteristic of PDP, the moisture (impurity) contained in the atmosphere is preferred.

[0057]\*\* Explain an example of production of a back panel, next the manufacturing method of a back panel, referring to drawing 1 and 2. A back panel is first formed in the state where the address electrodes 17 of m book were installed successively, by screen-stenciling and calcinating the silver paste for electrodes on the rear glass substrate 12. The ground dielectric layer 18 is formed by applying the paste which includes  $\text{TiO}_2$  particles and a dielectric glass material on it using screen printing. Then, the septum 19 is formed by calcinating, after repeating the paste which similarly includes a dielectric glass material in a predetermined pitch with screen printing and applying it. By this septum 19, the discharge space 22 is divided by every cell (unit luminous region) in x shaft orientations.

[0058] And the paste state phosphor ink which consists of each fluorescent substance particle and organic binder of red (R) green (G) blue (B) is applied to the slot between this septum 19 and the septum 19. By calcinating this at the temperature of 400-590 \*\*, and making an organic binder burned down, the fluorescent substance layers 20R, 20G, and 20B which each fluorescent substance particle binds are formed.



[0059]\*\* The front panel and the back panel of PDP by panel lamination which were produced thus produced, While being piled up so that each electrode of the front panel and the address electrode of a back panel may intersect perpendicularly, the glass for sealing is made to insert in the periphery of a panel, and it is sealed by calcinating this for 10 to 20 minutes at about 450 \*\*, and making the hermetic-seal layer 21 (drawing 1) form. And once exhausting the inside of the discharge space 22 (drawing 2) to a high vacuum (for example,  $1.1 \times 10^{-4}$  Pa), PDP10 is produced by enclosing discharge gas (for example, inactive gas of a helium-Xe system and a Ne-Xe system) by a predetermined pressure (for example, 66.5kPa).

[0060]As more than > described < effect, when forming the protective layer 16, after making the granular crystal 162 adhere with vacuum deposition, while major-diameter-izing, in a 1st embodiment, the single-crystal-ized seed crystal 163 is first formed by heat-treating to this. Next, by performing vacuum deposition on this seed crystal 163, while the columnar crystal 161 with a bigger path than before is made, the dead layer which consists of granular crystals becomes is hard to be formed. Therefore, it excels in weld slag-proof nature, and the protective layer 16 where a discharge characteristic is stabilized can be obtained.

[0061]That is, it is thought that the protective layer 16 obtained by such a method is a layer in which the columnar crystal 161 excellent in single crystal nature crowded, and it is excellent in weld slag-proof nature compared with the former since the degree of precision in the protective layer 16 increases conventionally. On the other hand, the columnar crystal 161 which forms this protective layer 16 is thickly formed compared with the former, the exposure area in the protective layer 16 whole decreases, and since impurity quantity with which the protective layer 16 is adsorbed can be lessened compared with the former, it is thought that the discharge characteristic in PDP can be stabilized.

[0062]Although the granular crystal which consists of MgO which serves as a charge of a protective layer material using a vacuum deposition method in the above-mentioned embodiment was formed, this was heat-treated and the seed crystal was formed, In the process to which the charge of a protective layer material is made to adhere, the paste which contains MgO by using not only the vapor phase growth in a decompressed atmosphere like a vacuum deposition method but a spin coat method is applied, and even if it is made to heat-treat to this, the same effect as the above-mentioned embodiment is acquired. If such a method is used, the charge of a protective layer material can be applied by a simpler method.

[0063]After heat-treating by forming the protective layer (100 nm) which consists of MgO(s) using EB vacuum deposition explained by the <example> (1) example sample S1 above-mentioned embodiment, the front panel into which the protective layer which consists of MgO (s) using EB vacuum deposition again was grown up to 1000 nm was formed. Using this front panel, the plasma display panel was produced and it was considered as the example sample. Here, as discharge gas, content of Xe was made into 5vol% for the content of Ne 95vol%, and

charged pressure was set to 66.5kPa.

[0064](2) The plasma display panel using the front panel formed using the formation method of the conventional comparative example sample R1 above-mentioned protective layer was produced, and it was considered as the comparative example sample. Here, the thickness of a protective layer, the kind of discharge gas, charged pressure, etc. were formed like the example sample.

(3) About the experiment experimental method above-mentioned example sample S1 and the comparative example sample R1, the PDP drive 30 explained by above-mentioned drawing 3 was connected, the white display was performed continuously, and the address voltage (Vda) to driving time was measured. In order to choose a discharge cell to display, it is the voltage impressed to an address electrode, and address voltage shows the minimum of voltage required in order to cause address discharge here.

[0065](4) A result and a consideration experimental result are shown in drawing 7. Drawing 7 shows the address voltage (Vdata) to the driving time of the example sample S1 and the comparative example sample R1. As shown in the figure, in the example sample S1, the address voltage (Vdata) to driving time is abbreviated-stable, but in the comparative example sample R1, when driving time exceeds 4000 hours, it turns out that address voltage is increasing rapidly. This by heat-treating in the morphosis of a protective layer like the example sample S1, It is thought that it is because the impurity quantity to which a protective layer is hard to adsorb and impurities, such as moisture, are emitted with a drive since the columnar crystal which forms a protective layer becomes thick compared with the former and the exposure area of the whole protective layer decreases is decreasing compared with the former.

[0066]PDP as (a 2nd embodiment), next an example of 1 application of this invention and a 2nd embodiment of a PDP display are described. except that the composition of an interlayer and a protective layer differs from what PDP and the PDP display concerning a 2nd embodiment explained using drawing 1, and 2 and 3 in a 1st embodiment -- abbreviated -- since it is the same composition, explanation is omitted about the same composition.

[0067]In a 1st embodiment of the above, although the seed crystal used as the substrate of the columnar crystal formed on it by forming the granular crystal which consists of MgO(s) and heat-treating this was formed, as this substrate, it may constitute from substances other than MgO. Drawing 8 is an important section sectional view of the front panel concerning a 2nd embodiment. As shown in the figure, the dielectric layer 15 is laminated so that the front panel concerning a 2nd embodiment may cover the display electrode 13 and the display scan electrode 14 which were installed successively on one principal surface of the front glass board 11, and the interlayer 362 and the protective layer 36 are formed on this.

[0068]The interlayer 362 is a layer which consists of zinc oxides (ZnO). If it analyzes using an

X-ray diffraction method about the interlayer 362 who consists of this zinc oxide, while this layer has wurtzite type structure, plane orientation (100) of it will be carried out to the thickness direction of that film. The protective layer 36 is grown epitaxially and formed on this interlayer's 362 surface, and carrying out lattice matching of this interface also by TEM observation is checked.

[0069]Generally in epitaxial growth, the absolute value of a difference with the atomic interval in the crystal used as a substrate, and the crystal of the another kind formed on it, What was broken at intervals of the atom of the crystal used as a substrate, and was shown by percentage is called the misfit (misfit), and it is supposed that this value must be less than 10 to 15% experientially. For this reason, 15% or less, if the misfit of the substance which constitutes the interlayer 362, and the substance (MgO) which constitutes the protective layer 36 is a substance which will be 10% or less preferably, it can grow epitaxially the substance which constitutes the protective layer 36. The misfit of the zinc oxide used in a 2nd embodiment is 12%.

[0070]The columnar crystal 361 which consists of MgO which grew epitaxially to the abbreviated perpendicular direction to the interlayer 362 surface is the formed layer, and the protective layer 36 is thickly formed compared with the conventional columnar crystal as well as the columnar crystal 161 (drawing 3) which a 1st embodiment described by the way fundamentally. The amount of adsorption of the impurity in the protective layer 36 is controlled for the same reason as a 1st embodiment of the above by this compared with the former. Therefore, the discharge characteristic of PDP can be stabilized.

[0071]If it analyzes using an X-ray diffraction method about the columnar crystal 361 of this MgO, while having Na-Cl mold structure, in the thickness direction of the protective layer 36, plane orientation (111) of the columnar crystal 361 will be carried out to homogeneity until it reaches the protective layer 36 surface from an interface with the interlayer 362. As the protective layer 36, an alkali earth metal oxide described by the way, alkaline earth metal fluorides, these mixtures, etc. of a 1st embodiment of the above can also be used.

[0072]The manufacturing method of PDP in a 2nd embodiment of <the formation method of the front panel> is fundamentally [ as the method explained in a 1st embodiment of the above ] the same, and since only the formation methods of the front panel differ, the formation method is mainly explained. Drawing 9 shows the formation method of the front panel concerning a 2nd embodiment.

[0073]Drawing 9 (a) - (c) is an important section sectional view in each manufacturing stage of the front panel, and a manufacturing stage advances to a numerical order. About the method of forming the display electrode 13, the display scan electrode 14, and the dielectric layer 15 on the front glass board 11, in a 1st embodiment of the above, since it is the same method as the method explained using drawing 6 (a) and (b), explanation is omitted.

[0074]The front panel is produced by forming the interlayer 362 and the protective layer 36 on the dielectric layer 15 which covers the display electrode 13 and the display scan electrode 14 which were installed successively on the front glass board 11. First, as shown in drawing 9 (a), the substrate with which the dielectric layer 15 was formed is heated, It is made to adhere until it becomes a thickness of about 100 nm about a zinc oxide (ZnO) at a dielectric layer 15 surface top using a vacuum deposition method, for example, EB vacuum deposition, under the decompressed atmosphere containing oxygen, and the interlayer 362 who did plane orientation (100) is formed in the thickness direction of a layer as shown in drawing 9 (b).

[0075]It is made to grow epitaxially until MgO serves as thickness which is 900 nm using a vacuum deposition method, for example, EB vacuum deposition, to the substrate with which the interlayer 362 was formed, holding a reduced pressure state in order to prevent adhesion of the impurity to the interlayer 362. Thereby, compared with the conventional columnar crystal as shown in drawing 9 (c), it is thick, and the protective layer 36 which consists of the columnar crystal 361 which carried out plane orientation uniformly (111) is formed in the thickness direction.

[0076]<the reason the columnar crystal 361 is formed thickly> -- here, in order to explain why the columnar crystal 361 is formed thickly, the growth rate is explained. Since the columnar crystal 361 has anisotropy in the surface energy of a crystal face, growth rates differ in each crystal face. The surface energy of a crystal face is physical quantity which shows the stability of a crystal face, and if this value is large, it is thought that it is shown that there are many interatomic bonds per [ in that crystal face ] unit area, and it is shown that the capability for that crystal face to adsorb an atom is large.

[0077]Here, the surface energy (relative value) about MgO is set to field (100):1.000 (111) side:1.732. It is thought that a field (111) tends to adsorb an atom compared with a field (100) in MgO as it understands from now on.

[0078]However, when producing a MgO protective layer with vacuum deposition actually, in order to control that an oxygen deficiency occurs into a crystal, carry out crystal growth under the atmosphere containing O<sub>2</sub>, but. Once this O<sub>2</sub> is easy to adsorb in the field (111) of a MgO crystal and it adsorbs, while stabilizing that (111) field, surface energy decreases. As a result, MgO which the surface energy of the field in MgO (100) increases relatively, and is used as a deposition source becomes that the field (100) of a MgO crystal is easy to adsorb, and the rate of crystal growth of a field increases (100).

[0079]Here, if the crystal nucleus on the interlayer's 362 surface is making plane orientation (111) the thickness direction of the protective layer 36, when the field (100) of a crystal nucleus grows, a crystal will grow also in the <100> directions which intersect perpendicularly with the thickness direction of the protective layer 36, and, as a result, the columnar crystal 361 will be formed thickly. Therefore, the columnar crystal 361 can be thickly formed by making the

thickness direction of the protective layer 36 carry out plane orientation (111) of the crystal nucleus formed on the interlayer's 362 surface. For that purpose, it is desirable to take the following methods.

[0080] Since MgO is Na-Cl structure, if it is going to form with vacuum deposition on an amorphous dielectric film, it becomes a dielectric film side and parallel, and the maximum dense atomic plane (100) will carry out plane orientation (100) to a membranous thickness direction, and, usually will grow up to be it. However, when carrying out vacuum deposition of the MgO on a crystal substrate, the crystal orientation side of MgO can be controlled using the difference in the structure of the crystal substrate.

[0081] As a crystal structure of this crystal substrate, a face-centered cubic lattice and a close packed hexagonal lattice can be mentioned. That maximum dense atomic plane of this face-centered cubic lattice is a field (111), and that maximum dense atomic plane of a close packed hexagonal lattice is a field (001). In each grids structure, the field and the field (001) have the character which becomes parallel easily to a substrate, respectively (111), and it has the structure where the atom was arranged by each at the vertex of the equilateral triangle, in these fields.

[0082] On the other hand, also in the field (111) of Na-Cl structure, it has same structure, and the field (111) of Na-Cl structure becomes the same arrangement as the field (111) of a face-centered cubic lattice, or the field (001) of a close packed hexagonal lattice. Therefore, if the crystal which constitutes the interlayer 362 serves as plane orientation (111) of a face-centered cubic lattice, or plane orientation (001) of the close packed hexagonal lattice in the thickness direction, crystal growth of the MgO which has Na-Cl structure can be carried out, carrying out plane orientation easily (111).

[0083] Thus, in order to carry out crystal growth, with the plane orientation (111) of the MgO carried out, 2 element system compounds of zincblende structure and wurtzite type structure or the mixed crystal compound of a multi element can also be used in addition to a face-centered cubic lattice or a close packed hexagonal lattice. Here, the crystal growth of the protective layer (MgO) which has explained [ above-mentioned ] is once summarized.

[0084] Like before, when vapor-depositing MgO on an amorphous dielectric layer, there is comparatively much what is parallel to a dielectric layer that carried out the maximum dense atomic plane (100) plane orientation, and the crystal nucleus is formed. Then, if MgO is produced in O<sub>2</sub> atmosphere, (111) will grow selectively and the film of the plane orientation (111) from which the growth initial layer became a dead layer eventually will be obtained.

[0085] On the other hand, like a 2nd embodiment, if the interlayer 362 formed on the dielectric layer 15 is formed in the thickness direction as the crystal which carried out plane orientation (111), It achieves the function as a crystal nucleus and the columnar crystal 361 of the big path of the single orientation (111) side in which a dead layer is not formed is obtained by producing

MgO on it. Since it is formed by epitaxial growth, this columnar crystal 361 will tend to form the columnar crystal of a big path, if the conditions about misfit with the substance which constitutes the interlayer 362 are fulfilled.

[0086]Here, how to ask for misfit is explained. When using the crystal which has a face-centered cubic lattice and zincblende structure for the substance which constitutes the interlayer 362, since it is the structure based on a face-centered cubic lattice, both can ask for misfit with the columnar crystal 361, using a grating constant as nearest neighbour atom interval distance.

[0087]On the other hand, when using for the interlayer 362 the crystal which has a close packed hexagonal lattice and wurtzite type structure, if a grating constant is set to  $a$ , the distance between nearest neighbour atoms is set to  $a/\sqrt{2}$ , and can ask for misfit with the columnar crystal 361 using this. This misfit is so preferred that it serves as a low value in order to materialize epitaxy, and less than 10% of value is desired still more preferably less than 15% as a permissible dose.

[0088]Here, the substance which can be used for the interlayer 362 and which has a face-centered cubic lattice, a close packed hexagonal lattice, zincblende structure, and wurtzite type structure is listed to below. Drawing 10 shows the value of the substance name which can be used for the interlayer 362, and misfit with MgO. As shown in the figure, as a substance which can be used as the interlayer 362, Ag, aluminum, Au, Be, Cd, Co, Cu, Ga, Hf, In, Ir, The simple substance crystal of the element chosen from the first element group that consists of Mg, nickel, Os, Pd, Pt, Re, Rh, Tc, Ti, Zn, and Zr, The compound crystal etc. which consist of one or more elements chosen from the secondary-elements group which consists of the alloy which consists of two or more elements chosen from the first element group of the above, one or more elements chosen from the first element group of the above, As and N, O, P, S, Sb, Se, and Te can be considered. Ag which specifically forms a face-centered cubic lattice, aluminum, Au, Ca, Ce, Cu, Ir, nickel, Pb, Pd, Pr, Pt, Rh, Sc, Th, Yb, Be which forms a close packed hexagonal lattice, Cd, Co, Cp, Dy, Er, Gd, Hf, Ho, La, Mg, Nd, Os, Re, Tb, Tc, Ti, Tl, Tm, Y, Zn, Zr, ZnS which forms a sphalerite type, ZnSe, ZnTe, CdTe, BeS, AlAs, AlP, AlSb, GaAs, GaP, GaSb, InAs, InP, InSb, ZnO that forms a wurtzite type, BeO, CdS, CdSe, AlN, GaN, etc. can be mentioned. . In this, the misfit to MgO showed the underline to 15% or less of substance. It is thought that substances, such as Ag, aluminum, Au, Cu, Ir, nickel, Pd, Pt, Rh, Cd, Co, Hf, Mg, Os, Re, Tc, Ti, Zn, Zr, ZnO, BeO, AlN, and GaN, fit the interlayer 362 especially from a viewpoint of epitaxy. Even if it is a crystal of two or more kinds of alloys, or a multi element compound chosen from the substances which can constitute the above-mentioned interlayer 362, it is applicable to an interlayer.

[0089]As mentioned above, the columnar crystal 361 which consists of MgO(s) is thickly formed compared with the former by forming in a thickness direction the interlayer 362 who did

plane orientation (111), and vapor-depositing MgO which constitutes the protective layer 36 on it. By this, the exposure area in the protective layer 36 whole can be reduced compared with the conventional protective layer, and impurities, such as water, can control the quantity in which the protective layer 36 is adsorbed. Therefore, stabilization of the discharge characteristic in PDP can be attained.

[0090]When the hetero-junction of the crystal which has a different grating constant like epitaxial growth is carried out, a crystal structure may be made to produce distortion in each crystal in this hetero-junction side, so that it may bring close to other grating constants mutually. It turns out that it is dependent on the thickness of each crystal, and if misfit becomes large so that it becomes impossible to absorb change of a crystal structure, inside a crystal, atomic transition will produce this distortion amount. In the function of a protective layer, i.e., electron emission performance etc., if this transition arises, an energy state will be a grade which changes a little, and the columnar crystal 361 of MgO will not receive not much big influence, although grids structure becomes uneven.

[0091]If it sets when forming a protective layer, and the partial pressure of  $O_2$  at the time of vacuum deposition becomes large too much, while the growth rate of a crystal nucleus will fall on the contrary, nucleation density increases and there is a tendency which a columnar crystal becomes small or becomes a granular crystal. Therefore, about the partial pressure of  $O_2$ , it is desirable to choose the optimal partial pressure.

PDP as (a 3rd embodiment), next an example of 1 application of this invention and a 3rd embodiment of a PDP display are described. except that the composition of a dielectric layer and a protective layer differs from what PDP and the PDP display concerning a 3rd embodiment explained using drawing 1, and 2 and 3 in a 1st embodiment -- abbreviated -- since it is the same composition, explanation is omitted about the same composition.

[0092]Although the seed crystal which determines the direction of the orientation surface of the columnar crystal formed on it by forming the granular crystal which consists of MgO(s) in a 1st embodiment of the above, and heat-treating this was formed, It may be made to determine the orientation surface of the columnar crystal formed on it by changing the shape of a dielectric layer instead of this seed crystal.

[0093]Drawing 11 is an important section sectional view of the front panel concerning a 3rd embodiment. As shown in the figure, the dielectric layer 45 is laminated so that the front panel concerning a 3rd embodiment may cover the display electrode 13 and the display scan electrode 14 which were installed successively on one principal surface of the front glass board 11, and the protective layer 46 is formed on this. The dielectric layer 45 consists of amorphous materials, such as glass of lead, like a 1st embodiment of the above, and two or more slots 451 are installed successively in parallel with stripe shape in the principal surface of the side which touches the protective layer 46. Here, the slot 451 is formed so that it may

become a cycle of W:3800 nm, (width:1900nm of a slot), and a depth of H:100 nm. Of this slot, the protective layer 46 vapor-deposited on the dielectric layer 45 has few single-crystal-like one, i.e., a columnar crystal, and the crystal diameter of each columnar crystal is formed greatly. Here, in the range in which the width is 160-3800 nm, the slot 451 is checking that the protective layer 46 can be formed like a single crystal.

[0094]Even if it compares the protective layer 46 with the columnar crystal in 1st and 2nd embodiments as well as [ are the layer in which two or more columnar crystals 461 which consist of MgO(s) were formed, and ] the columnar crystal 161 (drawing 3) which a 1st embodiment described by the way fundamentally, the path is formed thickly. By this, the amount of adsorption of an impurity [ in / by the same reason as a 1st embodiment of the above / the protective layer 46 ] can be controlled compared with the former. Therefore, the discharge characteristic of PDP can be stabilized.

[0095]If it analyzes using an X-ray diffraction method about this columnar crystal 461, while having Na-Cl mold structure, in the thickness direction of the protective layer 46, plane orientation (100) of the columnar crystal 461 will be carried out. An alkali earth metal oxide, alkaline earth metal fluorides, these mixtures, etc. can be used as a substance which constitutes the columnar crystal 461.

[0096]The manufacturing method of PDP in a 3rd embodiment of <the formation method of the front panel> is fundamentally [ as the method explained in a 1st embodiment of the above ] the same, and since only the formation methods of the front panel differ, the formation method is mainly explained. Drawing 12 (a) - (d) is an important section sectional view in each manufacturing stage of the front panel for the formation method of the front panel concerning a 3rd embodiment to be shown, and a manufacturing stage advances to a numerical order. About the method of forming the display electrode 13, the display scan electrode 14, and the dielectric layer 15 on the front glass board 11, in a 1st embodiment of the above, since it is the same method as the method explained using drawing 6 (a) and (b), explanation is omitted.

[0097]The front panel is produced by forming the protective layer 36 on the dielectric layer 15 which covers the display electrode 13 and the display scan electrode 14 which were installed successively on the front glass board 11. First, to the substrate with which the dielectric layer 15 was formed, as shown in drawing 12 (a), as shown in drawing 12 (b), two or more slots 451 are formed in stripe shape. As a formation method of this slot 451, use etching of a chemical etching method etc. or the excimer laser method is used, There is a method of carrying out melting, forming a slot, or pressing this against the dielectric layer 15 using the dissolution and the needlelike cutting implement with which the tip sharpened for a part of dielectric layer 15, moving this relatively, and shaving off the part on the dielectric layer 15 surface mechanically.

[0098]Next, the substrate with which this slot was formed is heated, a vacuum deposition method, for example, EB vacuum deposition, is used on the dielectric layer 15 surface, and



MgO used as the charge of a protective layer material is made to adhere to the whole dielectric layer 15 surface. Drawing 13 is an important section section perspective view of the front panel concerning a 3rd embodiment, and shows only one for convenience about the columnar crystal 461.

[0099]Since itself is the dielectric layer 45 amorphous materials, as it is shown in drawing 13, MgO vapor-deposited on this grows in the theory top  $\langle 100 \rangle$  direction. For this reason, of course, the surface of the heights 452 grows also in the bottom and the side of the slot 451,  $\langle 100 \rangle$  orientation using each field and an abbreviated perpendicular direction. Therefore, in slot 451 inside, it becomes the single-crystal-like protective layer precursor 460 (drawing 12) which grew  $\langle 001 \rangle$  orientation carrying out in the direction in alignment with a MgO fang furrow, and carried out biaxial orientation along the slot 451 as a result. The columnar crystal 461 which carried out plane orientation (100) to this protective layer precursor 460 by continuing vacuum evaporation further in that thickness direction is obtained. The path of this columnar crystal 461 becomes large to the grade which can consider mostly that the protective layer 46 is a single crystal. (In addition, drawing 11 and drawing 12 (d) show the case where the three columnar crystals 461 are formed.) Here, Even if MgO serves as a granular crystal or serves as an amorphous layer in the stage in early stages of MgO vacuum evaporation of the protective layer precursor 460, If it heat-treats under the decompressed atmosphere which contains oxygen using the same heating apparatus as a 1st embodiment, while being polycrystal-ized, the path of the protective layer precursor 460 used as a seed crystal can be made still larger than before like a 1st embodiment. As this heat-treatment, the about [ 6-7W ] argon laser with which it can irradiate with the spot diameter of about 380 micrometers is used, It is made to scan, shifting this in a 12-micrometer pitch, temperature up is carried out to beyond the crystalline melting point T (K) (in the case of an amorphous layer more than  $2/3T$  (K)), and the method of repeating this several times is suitable.

[0100]And eventually, it is formed from the columnar crystal 461 which has a bigger path than each above-mentioned embodiment, and approaches a single crystal while carrying out plane orientation (100) of the protective layer 46 to the thickness direction. About the crystallinity of the protective layer precursor 460 after this processing, it can check by electron diffraction. The front panel in which the columnar crystal 461 thicker than each above-mentioned embodiment was formed can be obtained without the dead layer which consists of granular crystals existing, as are mentioned above, and by carrying out crystal growth of the MgO by using this protective layer precursor 460 as a seed crystal shows to drawing 12 (d). For this reason, the discharge characteristic in PDP can be stabilized for the same reason as each above-mentioned embodiment.

[0101]In a 3rd embodiment, although the protective layer 46 which carried out plane orientation (100) was formed, the protective layer which carried out plane orientation (111) in a 1st and

2nd embodiment of the above is formed. Thus, even if that from which the orientation surface of a protective layer differs is formed, at the point called stabilization of a discharge characteristic, both do not not much have a difference. However, the direction of plane orientation (111) is a little excellent in the point called electron emission nature, and the plane orientation is more preferred at the point (111). If it forms so that the shape of a quirk may serve as a triangular pyramid in forming the protective layer of plane orientation (111) by forming a slot in a dielectric layer, the protective layer which carried out plane orientation (111) can be formed in the thickness direction of a protective layer.

[0102]In a 3rd embodiment, for the same reason as a 1st embodiment of the above. It is preferred to process without carrying out atmosphere release through the period which forms a protective layer from the period which adheres the charge of a protective layer material, and to apply to protective layer formation from heat-treatment, and to hold the front panel to the temperature beyond a room temperature.

[0103]

[Effect of the Invention]The protective layer is constituted by the 1st layer that consists of seed crystals, and the 2nd layer that consists of two or more columnar crystals grown-up on the seed crystal in the 1st layer concerned, and PDP concerning this invention said 1st layer, Since it consists of a seed crystal which united the granular crystal which adhered to said dielectric layer surface in early stages of formation, or a seed crystal which polycrystal-ized the amorphous layer which adhered to said dielectric layer in early stages of formation, A thick thing is formed compared with the case of the former into which the columnar crystal which forms a protective layer grows up the charge of a protective layer material on the layer which consists of as [ granular crystal ]. Therefore, an exposure area decreases in the whole protective layer, and since the impurity quantity with which a protective layer is adsorbed can be reduced, change of the discharge characteristic of PDP resulting from an impurity can be stabilized. Since there is almost no granular crystal and the degree of precision of a protective layer also improves, it excels also in weld slag-proof nature.

---

[Translation done.]